# Der Uhrmacher oder Lehrbegrif der höhern Uhrmacherkunst,

aus den besten englischen, französischen und andern Schriften darüber zusammen getragen, nebst eigenen Bemerkungen und Mittheilungen deutscher Künstler,

herausgegeben

von

J. G. Geißler
Mitglied der naturforschenden Gesellschaft in Halle.

Zweiter Theil.
Mit Kupfern.

Leipzig, 1797
bei Siegfried Lebrecht Crusius.

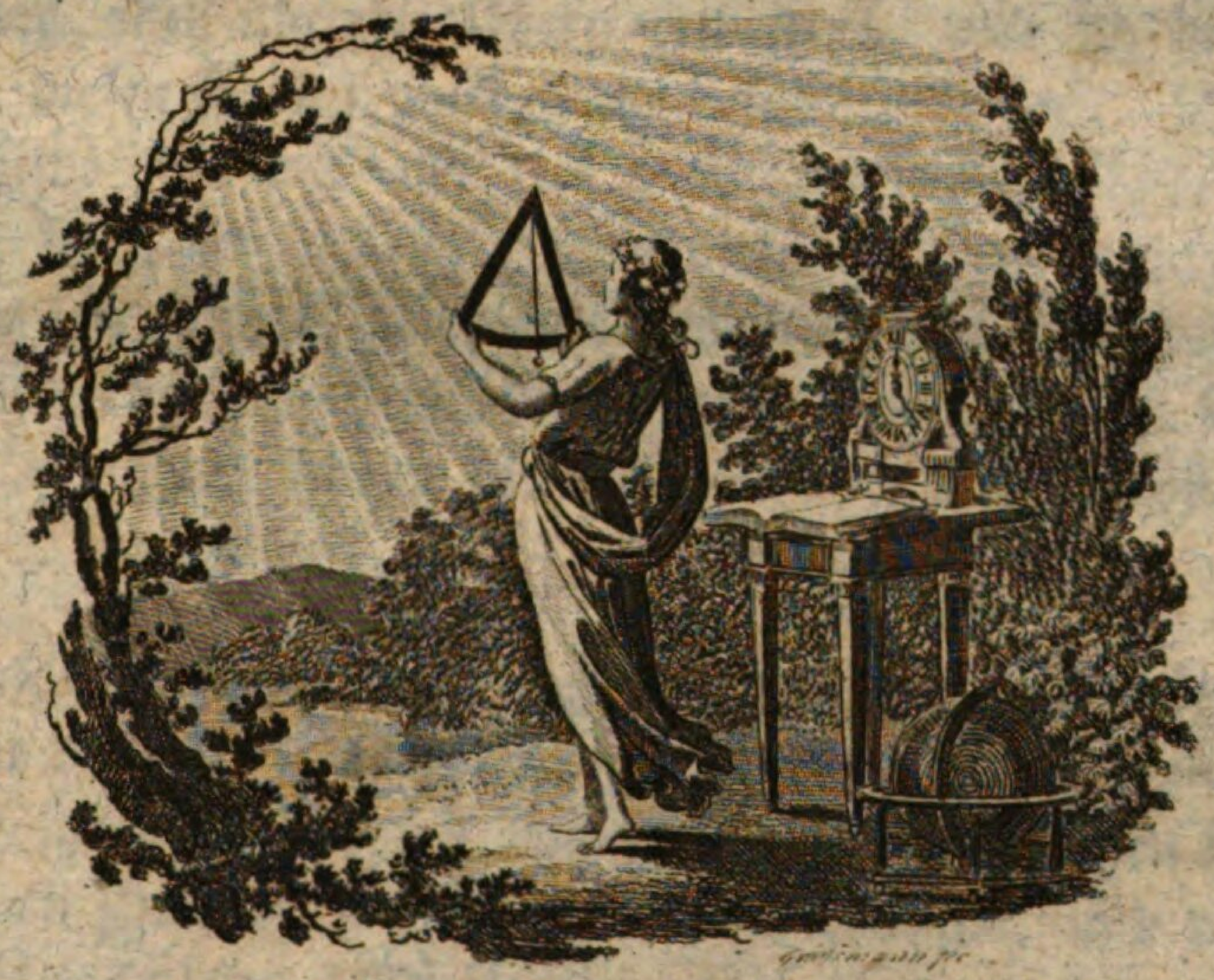
# Der Uhrmacher oder Lehrbegrif der Uhrmacherkunst,

aus den besten englischen, französischen und andern Schriften darüber zusammen getragen, nebst eigenen Bemerkungen und Mittheilungen deutscher Künstler,

herausgegeben

von

J. G. Geißler
Mitglied der naturforschenden Gesellschaft in Halle.



Achter Theil.
Mit Kupfern.

Leipzig, 1797
bei Siegfried Lebrecht Crusius.

# Vorerinnerung.

Ich hoffe, daß der Verfolg der Bauart der Seeuhren Künstlern und Uhrmachern nicht unwillkommen seyn wird, wenn auch unsre Künstler auf dem festen Lande eben nicht nöthig haben, wirkliche Seeuhren zu bauen. Ich habe bereits in der Einleitung zum vorigen Theil Herrn Berthoud's Worte selbst über den wichtigen Einfluß der Bauart der Seeuhren zu Vervollkommnung des Baues aller übrigen Uhren erwähnet, und ich hoffe, daß der wahre Künstler diesen Einfluß wird wahr befunden haben. Dieser wichtige Einfluß, der nicht nur auf alle Uhren Statt findet, sondern auch vorzüglich auf den Bau der neuern Chronometer oder der Längenuhren auf dem festen Lande sich äußert, wird in diesem und dem folgenden Theile noch merklicher werden, da die Seeuhren, deren ich von Herrn Berthoud im vorigen Theile erwähnet habe, die ersten Uhren dieses großen Künstlers waren.

Die Beschreibungen der Seeuhren, die in gegenwärtigem Theile vorkommen, sind diejenigen, deren er in seinem Traité des horloges marines erwähnet: der folgende Band soll von seinen übrigen großen Bemühungen in diesem wichtigen Zweige der Uhrmacherkunst handeln, und vielleicht noch wichtigere Beiträge liefern. Die Seeuhr No. 8, die dieser große Künstler für seine vollkommenste Seeuhr hält, und wornach er sich besonders beim Baue andrer gerichtet hat, kommt hier mit vor. Uebrigens werden seine eingestreuten Bemerkungen über die Grundsäzze seiner Theorie, deren Verfolg hier im ersten Abschnitte folgt, und zu näherer Berichtigung derselben, dem wahren Künstler zeigen, wie wichtig eine gute Theorie zur praktischen

Bearbeitung ist, die leider von deutschen Künstlern bisher zu sehr vernachläßiget, wo nicht gar geringe geachtet worden ist. Berthoud kannte ihren Werth, und rechnete beim Baue seiner unsterblichen Werke alles darauf, so wie gewiß jeder vernünftige Künstler, der mehr als Handwerker seiner Kunst ist, übereinstimmend mit ihm denken wird.

Inhalt

# Inhalt des achten Theils.

Seite.

I. Fortsezzung der Theorie der See- und Längenuhren.

V. Von der Hemmung 3

VI. Von dem Räderwerke der Seeuhren 7

1. Von dem Eingriffe 7
2. Untersuchung der Wirkungen, welche von einem schlechten Eingriffe erfolgen 8
3. Von der Anreibung der Zapfen 9
4. Die dem Regulator vermittelst des Hemmungsrades mitgetheilte Kraft steht mit dem Ueberschusse der Geschwindigkeit des Rades auf diejenige des Regulators im Verhältniß 10

VII. Von der bewegenden Kraft einer Seeuhr 11

1. Vergleichung der Feder und des Gewichts; Hindernisse, welche die Feder, als bewegende Kraft einer Seeuhr, in den Weg legt 12
2. Von den Eigenschaften des Gewichts, als bewegende Kraft, und von dessen Vorzügen 14
3. Untersuchung des Verhältnisses, welches bei einer Seeuhr zwischen der bewegenden Kraft und dem Regulator Statt haben muß 15
4. Versuche, die Stärke der bewegenden Kraft bei gegebenen Bögen der Unruhe zu finden 16
5. Versuche mit Federn, um zu wissen, ob sie gehörigen Zug haben, ohne sich des Schnekken zu bedienen 18
6. Von der Art, den Durchmesser und die Gestalt des Schnekken sicher zu bestimmen 19
7. Verfahren, eine große zu starke Feder schwächer zu machen, und ohne den Schnekken zu verändern 20

VIII. Das Aufhängen der Seeuhren 20

1. Verfahren, eine Seeuhr gegen den schädlichen Einfluß der Seeluft zu sichern 22
2. Von dem Orte im Schiffe, wo man das Behältniß für die Uhr anbringen soll 23

Seite.

IX. Verfahren, von den Längenuhren auf langen Reisen mehr Genauigkeit zu erhalten 24

1. Aequationstafel nach der Temperatur und den Bögen 24

2. Ueber die Tafel der Temperatur allein 25

3. Von den Aequationstafeln für die Temperatur und der Aequation vereinigter Bögen 26

4. Versuche, welche zu Entwerfung der Tafeln über die Bögen und die Temperatur zugleich dienen 27

II. Auserlesene Muster von See- und Längenuhren 35

I. Die Seeuhr mit dem Pendulum oder No. 5. 37

II. Die Seeuhr No. 6. 44

III. Die Seeuhr No. 7. 62

IV. Die Seeuhr No. 8. 82

V. Die Seeuhr No. 9. 116

VI. Die Seeuhr No. 10. 121

VII. Die Seeuhr No. 11. 130

VIII. Die Seetaschenuhr 150

---

I. Fort-

I.

# Fortsezzung der Theorie der See- und Längenuhren.

## V.

# Von der Hemmung *).

Ist man nun zufolge einer guten Theorie, die sich auf Erfahrung gründet, zum Baue eines guten Regulators gekommen, und entspricht die Bearbeitung den errichteten Grundsäzzen, so hat man das, worauf das Regelmäßige einer Uhr beruhet. Indessen ist dies noch nicht hinreichend, denn die Bewegung des Regulators muß noch auf eine gleichförmige Art erhalten werden können, so daß der Isochronismus seiner Vibrationen nicht gestört werde. Dies hängt besonders ab 1) von demjenigen Theile, welcher die Hemmung genennt wird, 2) von der bewegenden Kraft, und 3) vom Räderwerke selbst, welches dem Regulator seine erhaltene bewegende Kraft mittheilt, und dessen Absicht zu gleicher Zeit ist, die Theile der von dem Regulator abgemessenen Zeiträume anzugeben. Diese drei Gegenstände werden daher so viele einzele abgesonderte Abschnitte ausmachen.

Die Absicht der Hemmung ist, 1) dem Regulator die Kraft wieder zu ersezzen, die er bei jeder Vibration verliert, es sei durch die Anreibung, oder durch den Widerstand der Luft, oder endlich bei einer Seeuhr die Kraft wieder zu ersezzen, welche die Schwankungen des Schifs auf den Regulator haben verlohren gehen lassen. 2) Während dem daß der Regulator die Zeiträume abmißt, verrichtet die Hemmuug das Amt eines Zählers, und hält die Wirkung des Räderwerks und der bewegenden Kraft auf.

Man hat also bei der Wirkung der Hemmung zweierlei in Betracht zu nehmen, erstlich den Antrieb, der auf die Unruhe statt hat, während dem das Hemmungsrad seine Kraft dem Regulator mittheilt, und um einen Theil forttreibt, welcher einer Vibration entspricht, (eben diese Bewegung des Rades bemerkt die Sekunden oder die Theile des Zeitmaßes); und zweitens, wodurch die Wirkung des Rades und der bewegenden Kraft ruhen, während dem der Regulator seine Vibration frei vollendet.



*) Berthoud Traité des horl. mar. S. 95.

Zu einer ganz vollkommnen Hemmung gehört, daß das Hemmungsrad der Unruhe oder dem Regulator vermöge der Hemmung seine ganze Wirkung (und folglich diejenige der bewegenden Kraft) ohne merklichen Verlust, d. i. mit der wenigsten Anreibung mittheile; und wenn der Antrieb auf die Unruhe geschehen ist, so muß die Wirkung des Rades aufhören, so daß die Unruhe ihre Vibration fortsezze, und frei endige, d. i. mit der wenigst möglichen Hinderung von Seiten der Hemmuug.

Die ruhende Hemmung erfüllt genau, vermöge der Beschaffenheit ihrer Bauart, die wesentlichen Bedingungen, deren wir hier erwähnet haben. Allein so vollkommen sie auch zufolge ihrer Grundsäzze ist, so ereignen sich doch von Seiten der Materie und der Anreibungen schädliche und beträchtliche Hindernisse, welche einen Theil ihrer Eigenschaften wieder aufheben, und merkliche Abweichungen auf Pendeluhren verursachen, selbst wenn die Kraft des Regulators sehr stark ist.

Als ich meine Taschen-Seeuhr No. 3. verfertigte, so wandte ich eine Hemmung an, welche schien, alle die verlangten Eigenschaften zu haben: in dieser Absicht sollte die Anreibung, welche bei der ruhenden Hemmung sich auf die kreisförmigen Lappen äußert, auf die Zapfen übergetragen werden; das Rad hätte also auf die festen geneigten Flächen gewirkt, um den Antrieb zu geben, und die Ruhe wäre vermöge der Stüzzung des Rades auf zwei bewegliche Hebel geschehen, jeder auf zwei mit der Welle der Hemmung konzentrischen Zapfen, wo die kleinen Hebel zur Ruhe dienten, dem Haken nachgaben und sich trennten, und am Umkreise des Rades verweilten, während dem daß der Haken oder der feste Lappen gegen den Mittelpunkt des Rades gieng, und ohne es zu berühren. Diese Hemmung verursachte auf die freien Oscillationen der Unruhe keinen Widerstand, als die geringe Anreibung der Zapfen der kleinen Hebel der Ruhe, und diejenige einer Feder, um die Hebel jederzeit gegen die geneigten Flächen des Antriebs zu bringen; allein ohnerachtet der scheinbaren Vortheile dieser Einrichtung äußerten sich immer noch genug Anreibungen und Schwierigkeiten, daß ich mich nicht entschließen konnte, Gebrauch von dieser Hemmung zu machen, die außerdem noch den Fehler hatte, daß sie sehr zusammengesezt war, so wie ihre Bearbeitung nicht weniger viele Schwierigkeiten hatte, um wegen ihrer Wirkung sicher zu seyn.

Ich habe mich in der Seeuhr No. 2 einer Hemmung bedient, welche sehr große Vortheile versprach, weil sie sehr wenig Anreibung hatte; überdies geht die noch übrige geringe Anreibung auf die Zapfen, wodurch sie um desto vollkommner wird. Diese Hemmung hat die Eigenschaft, dem Regulator ohne Verlust die Kraft oder die Wirkung der bewegenden Kraft oder des Hemmungsrades mitzutheilen; allein sie hat dagegen wieder den Fehler, daß sie zurückfallend ist, und folglich die Ungleichheiten der bewegenden

genden Kraft sehr stark auf sie wirken; auch hat diese Hemmung noch einen andern Fehler, daß sie zu sehr zusammengesezt, und schwer zu bearbeiten ist, wenn sie in ihren Wirkungen sicher seyn soll.

Man kennt wenig andre Arten von ruhender Hemmung, deren Bauart von derjenigen verschieden wäre, als man sich insgemein bedient, und die ruhende Hemmung mit den Ausheben ist, wovon der verstorbene Jean Baptiste Dûtertre den ersten Gedanken gehabt zu haben scheint. Seit den ersten Versuchen, die ich mit Seeuhren anstellte, verfertigte ich eine Hemmung dieser Art, und machte davon im Jahr 1754 ein Modell, welches ich dem Herrn Camûs übergab, um es der Akademie vorzulegen, indessen sagte er mir, daß Herr Dûtertre, der Vater, die nämliche Idee gehabt; und ob ich schon gegenwärtig noch nicht weiß, wie diese Hemmung beschaffen gewesen, oder ob sie je anders als Projekt existirt, so behalte ich sie doch nur als Modell, ohne davon Gebrauch zu machen. Das was mich besonders verhindert, sie anzuwenden, ist die Unsicherheit ihrer Wirkungen. Herr Mudge, ein sehr geschikter Uhrmacher und Künstler in London, zeigte mir im Jahr 1766 eine Hemmung mit freien Vibrationen, die er seit verschiedener Zeit bearbeitet hatte.

Bei dieser Hemmung, die ich im Jahr 1754 machte, macht die Unruhe zwei Vibrationen, während dem ein Zahn fortspringt, d. i. die Unruhe geht vor und zurük: bei der Zurükkehr wird das Rad frei und ersezt in einer Vibration die Bewegung, die der Regulator in zweien verlohren hat. Das Hemmungsrad ist Steigeradähnlich; seine Wirkung wird unterbrochen (während dem die Unruhe frei oscillirt) vermöge eines Hakens oder Sperrkegels, welcher an einer Welle befestiget ist, die einen Hebel trägt, der sich in einen Schwalbenschwanz endigt; der Hebel wirkt auf einen Stift nahe beim Mittelpunkte der Spindel der Unruhe. Wenn die Unruhe zurükgeht, oder die erste Vibration macht, so macht der Stift, der sich auf ihrer Welle befindet, eine Biegung des Schwalbenschwanzes, und die Unruhe sezt ihren Weg frei fort, da sie nicht gehindert wird, so lange diese Vibration dauert, außer etwa durch den sehr geringen und kurzen Widerstand von Seiten des Schwalbenschwanzes. Wenn die Unruhe zurükgeht, und die zweite Vibration macht, so hebt der nämliche Stift, der sich darauf befindet, den Hebel mit dem Schwalbenschwanze, so daß der Haken das Rad frei macht, damit der Unruhe die Kraft wieder ersezt werde, die sie bei der ersten Vibration verlohren, und diejenige, die sie verliehren wird, wenn sie die zweite vollendet: diese Wirkung geschieht folgendergestalt. In dem Augenblikke, als der Hebel mit dem Schwalbenschwanze gehoben wird, dreht sich das Rad, und wirkt auf den Hebel des Antriebs; dieser besteht aus einem stählernen Plättchen, welches auf das Rad wirkt, und aus einem andern Arme, welcher auf eine stählerne Rollscheibe wirkt, die sich an der Spindel der Unruhe

 befin-

befindet; in dem nämlichen Augenblikke, als das Rad auf den Hebel des Antriebs wirkt, stüzt sich der zweite Arm, welcher größer ist, auf die Rollscheibe, und die Bewegung des Rades theilt sich der Unruhe beinahe ohne Verlust und ohne Anreibung, und durch die geringste Zersezzung der Kraft mit. Sobald als das Rad aufhört, auf den Hebel des Antriebs zu wirken, so fällt er zurük, da eine Feder darauf wirkt, wo er in einen andern Zahn fällt.

Um die Oscillationen des Regulators freier zu machen, und unabhängig vom Räderwerke, und so viel als möglich, den Widerstand zu vermindern, welcher sich bei jeder Vibration äußert, muß man den Stift nahe an den Mittelpunkt der Unruhe sezzen, und diesen Hebel nur einen Weg durchlaufen lassen, der erforderlich ist, um die Wirkung des Sperrkegels vollkommen sicher zu erhalten, und zu verhindern, daß während dem die Unruhe sich drehet, und ihre zwei Vibrationen macht, nur ein Zahn des Rades abfalle: eine Wirkung, die sehr gefährlich seyn würde, weil der Sekundenzeiger, welcher von dem Rade getragen wird, mehr Sekunden oder Zeiträume angäbe, als die Unruhe vermöge ihrer Bewegung abgemessen haben würde. Die Furcht vor diesem Fehler machte daher, daß ich diese Hemmung verließ, welche, wie ich gestehe, sehr verführerisch ist, allein sie gewährt diese Sicherheit in den Wirkungen nicht, die besonders an einer Seeuhr so wesentlich nothwendig sind, und deren Anwendung von so großer Folge ist, als daß man es wagen dürfte. Indessen bin ich seit einiger Zeit besonders bemüht gewesen, diese Hemmung zu vervollkommnen, besonders um ihr die so nöthige Sicherheit in ihrer Wirkung zu verschaffen, so wie ich auch glaube, daß ich hierin glüklich gewesen seyn dürfte.

Die Versuche, wovon ich hier die Idee entworfen habe, da sie nicht ganz entsprechend waren, machten denn, daß ich bemühet war, die gewöhnliche ruhende Hemmung zu vervollkommnen; ich habe bereits bemerkt, daß, da ihr größter Fehler von den Anreibungen der Ruhe herrührt, es möglich wäre, sie unendlich geringe zu machen, mithin gleichförmig, wenn man dazu eine Materie wählte, die weniger porös wäre. Ich schlug daher vor, die Lappen oder zilindrischen Theile aus orientalischem Rubin, und das Rad von sehr hartem Stahl zu machen. Ich habe sie auf eine Art bearbeitet, die mir sehr gut gelungen ist, sowohl vermöge der Vollkommenheit, die die Hemmung erhalten, als vermöge der Art, wornach sie eingerichtet ist, welche nicht nur für ihre Vollkommenheit bürgt, sondern auch leicht zu bearbeiten ist. Vermöge dieser Einrichtung habe ich so weit als möglich das erhalten, was man von einer solchen Hemmung fordern kann, d. i. sie hat sehr wenig Anreibungen, welche gleichförmig sind, so daß sie den Isochronismus der Oscillationen des Regulators nicht stören können. Ich habe aus Erfahrung gefunden, daß sie die wesentlichen Bedingungen erfüllt, indessen muß ich freilich gestehen, daß diese Hemmung noch den Fehler hat, daß sie Oel braucht, welches, wenn es sich verdikt, die

Größe

Größe der Bögen der Vibration vermindert, und weswegen ich denn besonders bemühet bin, meine neue Hemmung mit freien Vibrationen zu vervollkommnen.

Eine große Menge von verschiedenen Arten von Hemmungen sowohl, als auch die fernern Versuche und Vervollkommnungen des Herrn Berthoud in dieser Rüksicht findet man in dem vierten Theile, besonders unter dem Artikel: Hemmung, abgehandelt, worauf ich hier verweise.

## VI.

## Vom dem Räderwerke der Seeuhren *).

Man begreift unter Räderwerke einer Uhr denjenigen Theil, der aus Rädern und Trieben besteht, wodurch die bewegende Kraft auf den Regulator übergetragen wird, um die Vibrationen zu unterhalten, und der zu gleicher Zeit dazu dient, die von dem Regulator eingetheilte Zeit anzuzeigen.

Die größte Vollkommenheit, die man einem Räderwerke geben kann, ist, daß die bewegende Kraft auf den Regulator immerfort gleichförmig wirke, welches von zwei Ursachen abhängt, 1) von dem Eingriffe der Räder und Triebe, und 2) von der Anreibung, der die Zapfen des Räderwerks während dessen Bewegung ausgesezt sind.

### 1. Von dem Eingriffe.

Um daß ein Rad auf dessen Trieb gleichförmig wirke, so daß die Wirkung eines Zahns während dessen Wirkung demjenigen Zahn, welcher bewegt wird, eine gleiche Geschwindigkeit mittheile, müssen die Zähne des Rades und des Triebs eine epicikloidische Gestalt haben, und überdies die Stärke der Triebe vollkommen gegen den Durchmesser des Rads in dem Verhältnisse stehen, wie die Anzahl der Triebstekken sich zu der Anzahl der Zähne des Rads verhält.

Eine andre wesentliche Bedingung zu einem guten Eingriffe ist, daß alle Zähne des Rades und Triebes gleiche Zwischenräume haben, so wie einerlei Figur und Stärke, d. i. das Trieb muß vollkommen rund seyn.

Wenn die Anzahl der Umgänge eines Triebs während einem Umgange des Rads, und der Durchmesser des Rads gegeben ist, so ist der Durchmesser des Triebs gleichfalls gegeben; man kann zwar die Anzahl der Zähne des Rads und des Triebs willkührlich verän=

*) Traité des horl. marines par Mr. Berthoud S. 100.

verändern, doch müssen diese Zahlen immer in dem Verhältnisse der Durchmesser stehen, allein keineswegs ist es eben so willkührlich in Rüksicht der Vollkommenheit des Eingriffs, Triebe von mehr oder weniger Stäben zu machen: denn wollte man z. B. sechsstäbige Triebe machen, so würden die Krümmungen der Zähne des Rades sehr groß ausfallen, damit jeder Zahn gegen das Trieb 60 Grad durchlaufen könnte, und sind endlich diese Krümmungen nicht mit der äußersten Sorgfalt gemacht, so wird der Eingriff sehr schädlichen Ungleichheiten ausgesezt seyn. Daher sind, obschon dem Ansehen nach es möglich ist, mit Trieben von wenigen Stäben einen eben so guten Eingriff zu machen, Triebe von 16, 18, 20 oder 30 Stäben in der Ausführung immer unendlich vorzüglicher, weil solche Triebe nur eine sehr geringe Ungleichheit zulassen können *), selbst wenn die Zähne des Rades nicht die besten Krümmungen hätten. Daher rührt der Fehler des schlechten Eingriffs bei Trieben mit wenigen Stäben, und die Schwierigkeit, ihn zu machen; was mich denn auch zu dem Entschluß gebracht, bei meinen Seeuhren Triebe von 16, 20, 30 und sogar 40 Stäben zu brauchen, und um dem Eingriffe noch überdies alle mögliche Vollkommenheit zu geben, habe ich zu Verfertigung dieser Triebe eigene Instrumente gebaut.

## 2. Untersuchung der Wirkungen, welche von einem schlechten Eingriffe erfolgen.

Wenn die Krümmungen der Zähne fehlerhaft sind, so führt das Rad das Trieb mit verschiedenen Graden der Stärke, welches nothwendig auf den Regulator einen schädlichen Einfluß haben muß; übrigens muß auch die bewegende Kraft, um das Trieb zu führen, größer seyn, als nöthig wäre, wenn die Bewegung gleichförmig geschähe: dieser Ueberschuß an Kraft aber hat für die ganze Maschine schädliche Wirkungen.

Wenn ein Rad ein zu großes Trieb führt, so geht die von dem Rade mitgetheilte Kraft zum Theil von den Stäben des Triebs verlohren, welche auffezzen; die bewegende Kraft wird also gleichfalls größer seyn müssen, und die Anreibung wird sich solchergestalt vermehren. Ist das Trieb zu klein, so kann ihm das Trieb nur eine geringere Kraft mit mehr Geschwindigkeit und ungleichem Zuge mittheilen: auch hier wird die bewegende Kraft größer als nöthig seyn müssen.

Ein Räderwerk, dessen Eingriff fehlerhaft ist, theilt dem Regulator bald mehr bald weniger Kraft mit, so daß diese Fehler leicht den Gang einer solchen Maschine aufhalten können. Wir sind daher überzeugt, daß wenn auch der Regulator einer Seeuhr so beschaffen ist, daß etwas mehr oder weniger Kraft den genauen Gang eben nicht abän-

*) Dies macht besonders, weil verschiedene Zähne innen zu liegen kommen.

abändert, es doch zu größerer Vollkommenheit nothwendig ist, alles anzuwenden, um auf den Regulator stets einen gleichförmigen Zug zu erhalten; aber auch schon, unabhängig davon, ist es für die Dauer und Sicherheit einer solchen Maschine wesentlich nothwendig, daß alle Theile so wenig als möglich Anreibung verursachen.

### 3) Von der Anreibung der Zapfen.

Das Räderwerk einer Uhr hat immer viel Anreibung, weil es aus vielen Rädern zusammengesezt ist, welche natürlicher Weise eine Schwere haben, und allem Drukke der bewegenden Kraft ausgesezt sind. Man sieht hieraus schon von selbst, daß alle Räder nicht gleichen Druk erhalten: das erste, oder dasjenige, welches unmittelbar die bewegende Kraft erhält, hat den größten Druk, und das leztere, welches dem Regulator diese Kraft mittheilt, hat den geringsten, allein es hat zu gleicher Zeit die größte Geschwindigkeit, und seine Zapfen durchlaufen einen ungleich größern Raum, woraus folgt, daß die Zapfen, um welche sich diese Räder drehen, von verschiedener Stärke seyn müssen, nämlich die stärksten für die ersten Räder, die schwächsten für das lezte Rad.

Man empfindet leicht den Vortheil und die Nothwendigkeit dieser Vertheilung, wenn man nur auf die Beschaffenheit der Anreibung Acht hat, denn wenn man eine Welle mit schwachen Zapfen mit einem großen Gewichte beläßtiget, so werden die Zapfen, welche wenig Oberfläche haben, vermöge ihrer Bewegung die Zapfenlöcher aufreiben. Diese Wirkung hat keineswegs statt, wenn die Oberfläche gegen die Last verhältnißmäßig ist. Dies ist also ein sichres Mittel, nicht allein die Anreibung gleichförmig zu machen, sondern auch davon einen großen Theil zu vermindern, ob man schon im ersten Ueberblik das Gegentheil vermuthen dürfte.

Bei den ersten Rädern müssen nach Verhältniß des Druks der bewegenden Kraft, damit die Zapfenlöcher sich nicht auslaufen, die Zapfen stärker und länger seyn; und so nach Maaßgabe, als sie von dem ersten Rade entfernter sind, und folglich mehr Geschwindigkeit und weniger Druk erleiden, muß man diese Zapfen schwächer machen.

Ist die Stärke der Zapfen gegeben, so mache man die Anreibung gleichförmig, daß man die Zapfen mit Sorgfalt bearbeite, so daß sie vollkommen rund sind, und von reinem Stahle, der so viel als möglich hart und polirt sey: eben diese Sorgfalt verwende man auf die Zapfenlöcher. Man mache die Länge der Zapfen ihrem Durchmesser nach verhältnißmäßig: meine Regel hiebei ist, daß die Länge zweimal ihrem Durchmesser gleich sey.

Um die Anreibung so gering als möglich zu machen, ist es wesentlich nothwendig, den Druk auf ein Trieb so zu vertheilen, daß jeder Zapfen die Hälfte trage. In dieser Rüksicht muß man die Triebe und Räder in die Mitte der Länge der Welle zu bringen suchen.

## 4. Die dem Regulator vermittelst des Hemmungsrades mitgetheilte Kraft steht mit dem Ueberschusse der Geschwindigkeit des Rades auf diejenige des Regulators im Verhältnisse.

Nicht allein vermöge einer großen bewegenden Kraft geschieht es, daß man dem Regulator irgend einer Maschine die größte Bewegung mittheilen kann, sondern vielmehr vermöge des Unterschieds zwischen der Geschwindigkeit des Rades, welches die Kraft mittheilt, und der Geschwindigkeit des Regulators, daß das Pendulum oder die Unruhe diese Kraft erhält; denn wenn die Geschwindigkeit beider gleich wäre, so würde der Regulator dem Rade oder dem Theile der Hemmung ausweichen ohne einen Antrieb zu erhalten. Wenn man also eine Unruhe hat, welche geschwinde Vibrationen macht, und die Gabel oder der Theil der Hemmung schwer ist, so sieht man wohl, daß die Geschwindigkeit geringe seyn wird, und die Unruhe nur einen Theil der Kraft erhalten wird, indeß der andre Theil ganz verlohren geht, da er zur Bewegung der Gabel angewandt werden muß, um ihr eine dem Regulator gleiche Geschwindigkeit mitzutheilen: der Ueberschuß dieser Geschwindigkeit wird also die vom Rade dem Regulator mitgetheilte Kraft seyn.

Eine andre Betrachtung, die sich auf diese erste bezieht, ist, daß bei einem Regulator, dessen Vibrationen gegeben sind, die Geschwindigkeit sich nach der Größe der Oscillationen abändert. Man nehme eine Unruhe an, welche Bögen von 120 Grad beschreibe und dann von 240; im zweiten Falle wird die Geschwindigkeit doppelt groß seyn u. s. f. man muß also sorgfältig darauf Rüksicht nehmen.

Um dem zufolge den Punkt der Berührung zu stellen, wo es am vortheilhaftesten ist, daß der Theil der Hemmung auf die Unruhe in einer Uhr wirke, deren Regulator sehr große Bögen beschreiben soll, ist es nicht nöthig, daß der Theil der Hemmung zu nahe an dem Umkreise der Unruhe wirke, denn nach dem, was wir bereits erwähnet, folgt, daß seine große Geschwindigkeit sich dem Antriebe eines Theils der Stärke der Hemmung entziehen würde; wirkt er zu nahe gegen den Mittelpunkt, so zieht sich ein Theil der Kraft gegen die Spindel der Unruhe: woraus man sieht, daß es bei einer solchen Materie nicht leicht ist, das schiklichste zu wählen.

End=

Endlich sieht man, als eine Folge dieser Bemerkung, daß man das Hemmungsrad so leicht als möglich machen müsse, so daß es wenig Trägheit besizze, und zwar um so leichter als seine Geschwindigkeit größer ist, d. i. als dessen Zähne weit von einander stehen, die Vibrationen geschwinder geschehen, und der Berührungspunkt in der Hemmung weiter von dem Mittelpunkte der Unruhe entfernt ist, u. s. w.

## VII.

## Von der bewegenden Kraft einer Seeuhr *).

Nach dem, was ich bereits erwähnt, hat man gesehen, daß alle meine Bemühung darauf gegangen, dem Regulator die größte mögliche Kraft zu geben, indem ich seine Anreibung aufs möglichste vermindert, und ihm die Eigenschaft mitgetheilt, ohnerachtet des Schwankens des Schiffs isochronische Oscillationen zu machen, selbst dann, wenn die bewegende Kraft, die Anreibung, der Widerstand des Oels, die Ungleichheit vom Räderwerke u. s. f. Veränderungen verursachen. Allein dies ist noch nicht hinreichend: um einer Seeuhr alle mögliche Genauigkeit zu verschaffen, muß man alle Mittel vereinigen, die hierauf Einfluß haben können; denn obschon Oscillationen von ungleicher Größe isochronisch seyn können, so ist es doch immer nothwendig, alle Mühe anzuwenden, ihnen in jedem Falle gleiche Größe zu verschaffen, d. i. es ist nothwendig, daß das Schwanken des Schiffs ihre Größe nicht abändern könne, welches besonders die Absicht des Aufhängens einer solchen Uhr ist, daß ferner die bewegende Kraft stets gleichförmig sei, so wie das Anreiben des Räderwerks u. s. w. so daß die auf den Regulator fortgepflanzte Kraft stets gleich sei, u. s. f.

Man sieht, daß die Vereinigung von allem diesem zur Vollkommenheit einer Seeuhr zu ihrem genauen Gange wesentlich erforderlich ist. Denn wenn, vermöge der Beschaffenheit der Grundsäzze und der Bearbeitung des Regulators, die Oscillationen, dem gemäß, was wir hierüber gesagt haben, isochronisch sind, obschon die Bögen in ihrer Größe abändern, diese Oscillationen um so mehr gleiche Dauer haben werden, wenn sie von einerlei Größe sind. Uebrigens muß ich hier anmerken, daß es, wie man selbst sehen wird, eben nicht leicht ist, eine Spiralfeder so zu machen, daß sie in allen ihren Punkten vollkommen isochronisch sei; und ferner, wenn dieses auch wäre, so ist die vollkommne Gleichheit in der bewegenden Kraft, oder in der dem Regulator mitgetheilten Kraft, und folglich die Gleichheit der Größe der Bögen der Unruhe das sicherste Merkmal des Isochronismus der Vibrationen. Wir werden uns daher alle mögliche Mühe geben müssen, damit diese dem Regulatur mitgetheilte Kraft stets gleichförmig sei, wel-



*) Das. S. 106.

ches, wie schon erinnert, 1) von der Hemmung, dem Eingriffe, der Anreibung, den Zapfen, den Rädern u. s. w. und 2) von der bewegenden Kraft herrührt, von welcher leztern wir jezt handeln wollen.

Man kennt zwei Mittel, welche geschikt sind, die Maschinen, welche die Zeit eintheilen, in Bewegung zu sezzen, das Gewicht und die Feder. Wir wollen daher hier die Vorzüge des einen vor dem andern untersuchen, um uns an das halten zu können, welches den Vorzug verdient.

### 1. Vergleichung der Feder und des Gewichts; Hindernisse, welche die Feder, als bewegende Kraft einer Seeuhr in den Weg legt.

1) Eine Feder ist vermöge der Abwechselung in der Temperatur, besonders wenn die Feder sehr stark ist, und sich im angespannten Zustande befindet, dem Springen leicht unterworfen. Nun kann aber ein solcher Zufall auf der See nicht gehoben werden. Man kann daher auf eine Seeuhr mit der Feder nicht rechnen: die Folgen davon sind daher sehr gefährlich.

2) Eine Feder ist in der Stärke ihres Zugs, je nach der Wärme und Kälte, veränderlich.

3) Eine Feder verliert von ihrer Stärke nach dem Maaße als sie wirkt d. i. je nachdem sie sich sezt. Die Künstler nennen Sezzen einer Feder, wenn sie im Gehen von ihrer Kraft verliert.

4) So vollkommen, als man auch einen Schnekken annimmt, so ist doch die Wirkung der Feder niemals nach allen dessen Punkten ganz gleichförmig; übrigens verliert sie auch noch von dieser Gleichförmigkeit, je nach dem Maaße als sie sich sezt.

5) Muß man zwischen die Blätter oder Spiralgänge der Feder nothwendig Oel bringen, um die Anreibung zu vermindern, so wie aber dieses Oel sich verdikt, so wird die Anreibung wieder vermehrt, und oft so sehr, daß alle Kraft der Feder dabei verlohren geht.

Folgende Gründe haben mich indessen dazu gebracht, bei meinen ersten Seeuhren eine Feder zu brauchen. 1) Daß die Uhr weniger groß werde; 2) daß das Gehäuse als nothwendig kürzer, weniger kostete; 3) die Arbeit zu vermeiden, welche ein Gewicht nöthig macht. Indessen geschahe dies keineswegs wegen der Unkosten, denn wir

wollen

wollen jezt zeigen, welche Arbeit eine Feder verursacht. 1) Ein Schnekken ist schwer zu schneiden, und erfordert ein theures Hilfsinstrument; 2) eine Schnekkenschnauze; 3) ein Federhaus und Sperrung; 4) nicht weniger ist die Aussuchung einer Feder sehr schwer, um die gegen den Regulator verhältnißmäßige Stärke zu erhalten; 5) eine theure Kette, welche gleichfalls dem Springen unterworfen ist. Meine eigene Erfahrung hat mich auch sattsam gelehrt, daß in ökonomischer Rüksicht ein Gewichte zur Bewegung einer Uhr weit weniger kostet als eine Feder.

*) Die Haupteigenschaften einer Feder sind 1) daß sie so wenig als möglich Anreibung habe, 2) dem Springen nicht ausgesezt sey, und 3) beständig gleichen Zug behalte. In Rüksicht der ersten Bedingung mache man das Blatt der Feder nicht breit, weil das Oel mehr verdikt wird, so daß also die Gänge einander mehr berühren; in Betref des zweiten Artikels muß, wie ich stets darauf sehe, die Feder niemals in einem gespannten Zustande sich befinden, in dieser Rüksicht lasse man wenigstens drei Gänge noch übrig, wenn der Schnekken ganz aufgezogen ist; und um endlich der dritten Bedingung ein Genüge zu thun, so hängt dieses besonders vom Stahle ab, den man zur Feder braucht, so wie von der Art ihrer Härtung; allein um auch zu verhindern, daß sich die Feder nicht sezze, obschon beide Eigenschaften nie so weit erhalten werden können, als man wünscht, so gelangt man doch in so weit in etwas dazu, wenn sich die Feder nie in gespanntem Zustande befindet.

Der größte Fehler bei einer Feder bleibt immer die Anreibung ihrer Blätter; die Ungleichheit des Zugs des Blattes, oder vielmehr der Fehler in der Eigenschaft des Stahls und der Härtung macht sie ebenfalls falsch: allein in Rüksicht der Anreibung ist das beste Mittel, dieser so viel möglich zuvorzukommen, das Blech in der Mitte etwas stärker zu lassen, weswegen denn die Feder nicht breit seyn, und eine gewisse Stärke haben muß.

Eine wichtige Bemerkung in Rüksicht der Federn zu Längenuhren, wo von ihrer Vollkommenheit so wichtige Folgen für den genauen Gang der Bewegung abhangen, ist daß man suche eine geringe bewegende Kraft nöthig zu haben, weil große Federn nur von Federmachern gemacht werden können, diese Arbeiter ihnen aber nicht alle Vollkommenheit zu geben im Stande sind, so wie denn auch der Stahl, den sie dazu brauchen, nicht fein genug ist, weil solche Federn dann leicht springen würden, daher es also immer vortheilhafter ist, wenn man nur eine geringe bewegende Kraft nöthig hat, um sich solche Federn von denjenigen Künstlern verfertigen zu lassen, welche Federn zu Taschenuhren machen. Solcher Federn bediente ich mich auch in meiner ersten Seetaschenuhr; in dem



*) Suppl. S. 41.

Falle aber, wo man eine starke bewegende Kraft nöthig hat, ist es vortheilhafter, zwei kleine Federn in einerlei Federhause anzubringen, wie ich es in meiner astronomischen Seetaschenuhren gethan habe.

## 2. Von den Eigenschaften des Gewichts, als bewegende Kraft, und von dessen Vorzügen.

1) Das Gewicht, als bewegende Kraft, hat seiner Natur nach eine beständige und gleichförmige Kraft zu allen Zeiten. Wir wollen uns hier bei den Veränderungen der Schwere der Körper unter verschiedenen Breiten der Oerter nicht aufhalten, diese Betrachtung findet hier bei dem Gewichte als bewegende Kraft nicht statt, daß man also darauf keine Rüksicht nehmen darf. Ueberdies kann man beweisen, daß das Schwanken des Schiffs in der Wirkung des Gewichts keine Veränderungen mache; von dieser Seite allein verdient es also schon allen Vorzug.

2) Ist das Gewicht sehr leicht als bewegende Kraft anzubringen, und es ist noch leichter dessen Zug dem Regulator verhältnißmäßig zu machen.

3) Kann man zu allen Zeiten, und ohne die Uhr in ihrem Gange zu stöhren, das Gewicht willkührlich und nach Nothdurft vermehren und vermindern.

4) Ist es nothwendig, um eine isochronische Spiralfeder zu treffen, sich wechselsweise einer stärkern oder schwächern bewegenden Kraft zu bedienen, welche der Unruhe große und kleine Bögen beschreiben lasse; zu diesen Versuchen ist denn das Gewicht besonders vortheilhaft, weil es sich leicht vermehren oder vermindern läßt: der Mechanismus des Gewichts ist zu diesem Gebrauche von Natur geschickt, welche Vortheile alle bei einer Feder nicht zu erwarten stehen.

5) Das Gewicht als bewegende Kraft an einer Seeuhr ist keinem Zufalle unterworfen, es reißt nicht wie die Feder, macht keine Anreibung u. s. w.

6) Der Fall des Gewichts verlangt, daß das Gehäuse, welches die Uhr enthält, lang sey, und auch dieses ist ein Vortheil: denn wenn der untere Theil des Gehäuses mit einer Masse beschwert wird, so werden die Wirkungen vom Aufhängen um desto zuverläßiger, weil das Gehäuse eine Art von einem langen Pendulum macht, welches seine lothrechte Lage sicherer behält, und da es eine größere Masse in einem von der Unruhe entfernten Punkte hat, so geschieht es, daß dieser Regulator vermöge seiner Vibrationen weniger das Gehäuse erschüttert, und ihm seine Bewegung mittheilt.

7) End=

7) Endlich gehört noch hieher, als ein Vorzug des Gewichts, als bewegende Kraft, daß wenn die Spiralfeder nicht vollkommen isochronisch ist, davon weniger gefährliche Irrthümer erfolgen, als bei der Feder, weil die Bögen der Vibrationen stets sehr merklich von einerlei Größe seyn werden, eine Eigenschaft, die man von der Feder nicht erwarten kann.

### 3. Untersuchung des Verhältnisses, welches bei einer Seeuhr zwischen der bewegenden Kraft und dem Regulator statt haben muß.

Bei einer astronomischen Pendeluhr muß die bewegende Kraft nur so viel Stärke haben, als zu Unterhaltung der Bewegung des Pendulum erforderlich ist, sie steht also mit den Bögen des Hebens, mit der Schwere der Linse u. s. f. in Verhältniß. Wenn man der bewegenden Kraft mehr Stärke giebt, und das Pendulum beschreibt zu große Bögen über diejenigen des Hebens, so wird sie nothwendig sowohl am Räderwerke als auch an der Hemmung ein Reiben verursachen; und da das Anreiben nie als gleichförmig angesehen werden kann, so werden die Bögen der Vibration so wie die Anreibungen veränderlich seyn; da nun ungleiche Bögen eines Pendulum nicht isochronisch sind, so wird dies den Gang der Uhr stören, woraus man die Nothwendigkeit einsieht, die bewegende Kraft gegen den Regulator verhältnißmäßig zu machen, denn je größer die bewegende Kraft des Regulators ist, und sein Anreiben geringe, desto weniger Kraft zur Unterhaltung wird nöthig seyn, und folglich wird diese Kraft weniger vermögend seyn, den Isochronismus der Vibrationen zu stören.

Eben diese Gründe würden gleichfalls bei Seeuhren statt finden, wenn diese Maschinen wie Pendeluhren einen festen Standpunkt hätten, allein sie sind ihrer Bestimmung nach den verschiedenen Bewegungen und Schwankungen des Schiffs, ohnerachtet aller Vorsorge für ihr Aufhängen, ausgesezt. Es ist also nothwendig, daß dieses Schwanken des Schiffs, das auf die Größe der Vibrationen des Regulators nur zu sehr wirkt, durch den Ueberschuß der bewegenden Kraft, die man einer Seeuhr noch über diejenige Kraft giebt, als an sich nöthig wäre, wenn sie dieses Schwanken nicht empfände, ersezt werde, welcher Ueberschuß so seyn muß, daß die Bögen der Vibrationen beträchtlich diejenigen des Hebens übersteigen.

Diese Wirkungen von dem Schwanken des Schiffs und den veränderlichen Anreibungen nöthigen also nothwendiger Weise 1) die Oscillationen der Unruhe isochronisch zu machen, damit die Bögen der Vibration, welche vermöge des Schiffs ungleich werden, in gleichen Zeiträumen geschehen; 2) ist es nöthig, um daß die Uhr bei großen

Bewe=

Bewegungen des Schiffs nicht stehen bleibe, daß die bewegende Kraft hinlänglich groß sei, um dem Regulator die größten möglichen Bögen über diejenigen des Hebens beschreiben zu lassen. Dieser Ueberschuß an bewegender Kraft würde keineswegs schädlich seyn, wenn er nicht die Anreibung vermehrte; denn ohne Anreibung der Hemmung würde die Stärke der Beweguug der Unruhe beträchtlich und in eben dem Verhältnisse wie die bewegende Kraft vermehrt: stünden diese beiden Kräfte, diejenige der Bewegung des Regulators, und diejenige der Hauptbewegung, in dem angenommenen Falle stets unter sich in einerlei Verhältnisse, so würde keineswegs ein Hinderniß erfolgen, allein der Druk auf die Hemmung vermehrt sich nach der bewegenden Kraft, folglich wird auch nach eben diesem Verhältnisse die Anreibung vermehrt. Um diesen Fehler so viel als möglich zu vermindern, bediente ich mich einer Hemmung, wovon die Lappen von Rubin waren, und eines stählernen sehr stark gehärteten Rades. Denn obschon bei dieser Hemmung der Druk sich wie die Hauptbewegung vermehrte, so wuchs doch die Anreibung oder der Widerstand des Druks nicht so als wenn die Lappen von Stahl und das Rad von Messing gewesen wären, welches auch einleuchtend ist, denn die Anreibung verändert sich, je nachdem die Körper mehr oder weniger leicht einen Eindruk annehmen. Ich konnte daher bei meinen Seeuhren die Größe der Bögen der Vibrazion über diejenigen des Hebens beträchtlich vermehren, ohne daß von daher ein für die Hemmung schädliches Anreiben erfolgte; und ich habe Ursache zu glauben, daß die Bögen der Vibrazion oder die Stärke der Bewegung des Regulators verhältnißmäßig nach der bewegenden Kraft gewachsen sind: eine Eigenschaft, die man vermittelst andrer Hemmungen nicht erhält.

Was die Anreibungen betrift, welche die größte bewegende Kraft auf das Räderwerk, die Zapfen u. s. f. verursacht, so können davon auf den Gang der Uhr keine Irrthümer erfolgen, weil diese Wirkung auf die Anreibung des Räderwerks, die außerdem sehr geringe ist, blos auf Vermehrung oder Verminderung der Kraft auf den Regulator begränzt ist. Folglich kann dies nur allein höchstens die Größe der Vibrazionen verändern: da nun diese ungleichen Bögen vermöge ihrer Natur isochronisch sind, so kann dies den genauen Gang der Uhr nicht stören; übrigens müssen die Zapfen in ihrer Stärke gegen die bewegende Kraft verhältnißmäßig seyn, so daß sie blos die kleinste mögliche Anreibung verursachen können.

## 4. Versuche, die Stärke der bewegenden Kraft bei gegebenen Bögen der Unruhe zu finden *).

Die bewegende Kraft einer Längenuhr hängt von der Größe der Bögen ab, welche die Unruhe beschreiben soll, um daß diese Bögen, wenn sie etwas größer, oder kleiner

*) Suppl. S. 41.

kleiner sind, doch gleiche Dauer halten. Nur wird diese Kraft vermöge der Größe der Bögen, die dem Isochronismus eigen sind, begränzt. Um die bewegende Kraft zu bestimmen, welche zu einer Längenuhr mit der Feder erforderlich ist, ließ ich anfangs die Uhr mit verschiedenen Gewichten gehen, wobei ich vor jezt weder Spiralfedern noch Schnekken brauchte. Um nun aber auch auf die Feder Rüksicht zu nehmen, bringe ich an dem Vierekkigen des Schnekken einen Zilinder an, um welchen eine Darmsaite geschlagen wird, welche über eine Rolle außerhalb dem Gehäuse der Uhr geht: diese Saite dient verschiedene Gewichte anzuhängen, je nachdem es für die verschiedenen Bögen nöthig ist, um den isochronischen Punkt der Spiralfeder zu finden; ist dieser gefunden, so berechne ich, wie schwer die Unruhe seyn müsse, daß die Uhr regulirt werde, zufolge dessen ich denn die Schwere der Unruhe vermehre oder vermindere, und die Uhr regulire, ohne die Spiralfeder zu ändern: jezt lasse ich die Uhr wieder gehen, und vermehre oder vermindere das Gewicht, bis daß die Unruhe Bögen beschreibt, deren gleiche Vibrazionen als isochronisch anzunehmen sind. Auf diese Art erhalte ich die Größe der bewegenden Kraft, um eine Feder aufzusuchen, deren Kraft mit der Schwere des Gewichts gleich ist.

Um nicht genöthigt zu seyn, bei diesen Versuchen ein zu großes Gewicht zu brauchen, mache ich den Zilinder von 24 Linien im Durchmesser mit Inbegriff des halben Durchmessers der Saite. Da nun der Hebel, den Schnekken abzugleichen für eine Kraft graduirt ist, die 48 Linien vom Mittelpunkte entfernt ist, so findet man die Schwere des Gewichts durch Versuche für die Uhr, daß sie folglich viermal größer ist, als sie mit dem Hebel seyn muß, weil der Halbmesser des Hebels 4 mal größer ist, als derjenige des Zilinders. Wenn also das durch Versuche bestimmte Gewicht 36 Unzen ist mit einem Zilinder von 12 Linien im Halbmesser, so werden mit einem Hebel von 48 Linien im Halbmesser nur 9 Unzen erforderlich seyn.

Ist nun die Stärke der Feder gegeben, so lasse ich darnach die Feder bearbeiten, und ihre Kraft vermehren oder vermindern, oder ich verändere den Durchmesser des Schnekken, bis sie mit dem Hebel den verlangten Zug bewirkt. Auf diese Art bin ich nicht genöthiget, das Laufwerk zu verschiedenen Malen aus einander zu nehmen: denn um der Feder den vollkommnen gegebenen Zug zu geben, hat man nur das Gehäuse des Laufwerks, des Federhauses, des Schnekken und des Hebels nöthig, anstatt daß man sonst genöthiget wäre, das Laufwerk jedesmal auseinander zu nehmen, so oft man die Feder abändern müßte, welches eine lange und mühsame Arbeit wäre.

Auch gebrauche ich noch die Vorrichtung des Zilinders und der Rolle, um die Versuche für den Isochronismus zu wiederholen, wenn die große Feder gemacht ist. Allein jezt lasse ich die Saite des Zilinders dem entgegen ziehen, als sich der Schnekken dreht,

um die Kraft der Hauptfeder zu schwächen, und kleinere Bögen zu beschreiben, als sonst geschehen würde.

### 5. Versuche mit Federn, um zu wissen, ob sie gehörigen Zug haben, ohne sich des Schnekken zu bedienen.

Wenn eine Feder gemacht worden, so kann man wissen ob sie gehörigen Zug habe, ohne den Schnekken dabei zu brauchen, noch das Federhaus ins Gehäuse zu sezzen. Denn wenn man die Welle des Federhauses in einem Schraubenstokke befestiget, eine Saite um ihren Umkreis legt, und so ein Gewicht an die Saite hängt, bis daß die Feder einen Umgang gemacht hat, und das Gewicht damit im Gleichgewicht steht, so kann man nunmehr durch Rechnung finden, welches der Durchmesser des Schnekken seyn müsse, damit der Hebel zum Abgleichen mit der nämlichen Feder das Gleichgewicht halte. In dieser Rüksicht merke man, daß für das Gleichgewicht die Gewichte oder die Kräfte im umgekehrten Verhältnisse der Halbmesser oder Hebel stehen müssen. Wenn nun die Anzahl der Grade des Hebels für die bewegende Kraft der Uhr gegeben worden, so findet man, welches der Durchmesser des Schnekken seyn müsse, damit der Hebel mit der Stärke der Feder bei einem Umgange im Gleichgewicht stehe.

1. Beispiel. Wenn also eine Feder, die einen Umgang gemacht, mit 46 Unzen im Gleichgewichte steht, und vermöge der Versuche mit Gewicht, die Feder 5 Unzen $\frac{1}{2}$ eines Hebels von 48 Linien im Halbmesser ziehen solle, so erhält man durch folgendes Verhältniß: 46 Unz.: 5 Unz. $\frac{1}{2} = 48 : x = 5$ Linien $\frac{34}{46}$, welches der Halbmesser des Schnekken seyn wird.

2. Beispiel. Wenn der Durchmesser des Schnekken gegeben ist, so wie die bewegende Kraft, welche mit dem Hebel des Schnekken im Gleichgewichte stehen soll, zu finden, welches die Stärke der Feder auf den Umkreis des Federhauses seyn soll.

Wenn die Feder 5 Unzen $\frac{1}{2}$ mit dem Hebel des Schnekken von 48 Linien im Halbmesser ziehen soll, und der Durchmesser des Schnekken sei 11 Linien $\frac{1}{2} = 5$ Linien $\frac{3}{4}$ im Halbmesser, so findet man die Stärke der Feder auf den Umkreis des Federhauses durch das Verhältniß: $5\frac{3}{4}$ Lin. Halbmesser: 48 Lin. Halbm. $= 5\frac{1}{2}$ Unz.: $x = 45\frac{21}{23}$ Unzen, d. i. die Kraft auf den Umkreis des Federhauses oder welches einerlei ist, auf die Grundfläche des Schnekken muß 45 Unzen $\frac{21}{23}$ seyn. Man kann dieses sichere und ein-

einfache Verfahren anwenden, ohne daß man genöthiget ist, das Federhaus und den Schnekken einzulegen, und so, wie gewöhnlich, die Kraft der Feder und den Durchmesser des Schnekken durch Herumtappen zu erfahren. So kann man denn auch durch die Federmacher Federn verfertigen lassen, deren Stärke gewiß bestimmt ist, indem man ihnen blos die Schwere des Gewichts geben darf, was an eine Saite gehangen, und um den Umkreis des Federhauses geschlungen mit der Feder ein Gleichgewicht mache, wenn sie einen oder ein und einen halben Umgang macht.

Um die Stärke der Feder auf den Umkreis eines Federhauses zu finden, dessen Hebel des Schnekken 8 Unzen ziehen soll, indeß der Schnekken auf der Grundfläche 15 Linien im Durchmesser hält, so mache man das Verhältniß: $7\frac{1}{2}$ Linien Halbm.: 48 Lin. Halbm. = 8 Unz.: x = $51\frac{3}{15}$ Unz. d. i. die Feder muß mit 51 Unz. $\frac{3}{4}$ auf den Umkreis des Federhauses wirken.

3. Beispiel. Die Stärke der Feder auf den Umkreis des Federhauses, und der Durchmesser des Schnekken sei gegeben, man soll finden, wie viel diese Feder auf den Hebel von 48 Linien Halbmesser ziehe, um nach diesem gegebnen die Dimensionen des Regulators zu reguliren. Es sei eine Feder, welche bei einem halben Umgange mit 32 Unzen auf den Umkreis des Federhauses im Gleichgewichte stehe, und dessen Schnekken 11 Lin. im Durchmesser = $5\frac{1}{2}$ Lin. im Halbmesser halten solle, so erhält man das Verhältniß 48 Lin. Halbm.: $5\frac{1}{2}$ Lin. Halbm. = 32 Unz. x = $3\frac{32}{48}$ Unz.

$$\begin{array}{r l} 32 & \\ 5\frac{1}{2} & \\ \hline 160 & \\ 16 & \\ \hline 176 & \underline{|48} \\ 32 & 3\frac{32}{48} \end{array}$$

d. i. die Feder muß 3 Unzen $\frac{2}{3}$ ziehen.

## 6. Von der Art und Weise, den Durchmesser und die Gestalt des Schnekken sicher zu bestimmen.

Um geschwind und sicher die Gestalt eines Schnekken, und dessen Durchmesser zu bestimmen, muß man einen Schnekken zum Versuche dazu anwenden.

Wenn der Probeschnekken 10 Linien im Durchmesser hält, und 8 Unzen zieht; damit er nun aber 6 Unzen ziehe, so mache man das Verhältniß $8:6=10$ Lin.: $x=7$ Lin. $\frac{1}{2}$ als Durchmesser des Schnekken.

Wenn die Feder 9 Unzen zieht, und der Probeschnekken giebt deren 8, so ist $8:9=10:x=\frac{90}{8}=11\frac{1}{4}$ Lin.

Gleichergestalt findet man die Durchmesser der Höhe und der Grundfläche: und wenn die Grundfläche des Schnekken 12 Linien im Durchmesser hält, und die Feder zieht 7 Unzen $\frac{1}{2}$, sollte aber deren 8 ziehen, so ist $7\frac{1}{2}:8=12:x=12\frac{8}{10}$ Lin.

7. Verfahren, eine große zu starke Feder schwächer zu machen, ohne eine andre dafür zu nehmen, und ohne den Schnekken zu verändern.

Wenn man die Stärke der bewegenden Kraft bestimmt hat, die für die Größe der Bögen zum Isochronismus der Vibrazionen erforderlich ist, so muß nun auch die Feder genau von dieser Stärke seyn. Ich habe bereits erwähnt, daß man dazu vermittelst des Schnekkens gelangen kann; allein ich bediene mich selbst eines einfachern Verfahrens, wenn die Feder zu stark ist, dem gleich, was ich bereits von dem Winden der Spiralfeder angegeben habe, nämlich daß man die Feder auf das Instrument zu Windung der Federn aufwinde, und sie in diesem Stande erwärme, damit die Spiralgänge sich wie eine Spiralfeder legen: ein Mittel, welches mir sehr gelungen ist. Dies ist also ein drittes Mittel, einer Hauptfeder die nöthige Kraft zu geben, wenn sie zu stark ist, was zugleich noch vorzüglicher ist, als sie von dem Künstler, welcher Federn macht, schwächen zu lassen, wo sie immer von ihren Eigenschaften verliert.

## VIII.

## Das Aufhängen der Seeuhren *).

Als wir von den verschiedenen Theilen des Regulators und von denjenigen der Seeuhren überhaupt handelten, so bemühten wir uns, jeden Theil auf sichere Grundsäzze zu bauen, um darauf die Vollkommenheit einer Uhr zu gründen, in Voraussezzung, daß irgend ein andrer Theil der Maschine fehlerhaft sei. Auch gaben wir auf alles mögliche Acht, damit die Unruhe beständig gleiche Bögen beschriebe, sie läge nun horizontal oder geneigt, ob ihre Lage zwar stets horizontal seyn sollte. Wir gaben ferner der Spiralfeder alle

*) Traité des horl. mar. §. 112.

alle nöthige Eigenschaften, damit die Oscillazionen der Unruhe isochronisch wären, selbst wenn ihre Größe verschieden sei, ob sie schon eigentlich nicht abändern sollten. Eben so suchte ich eine bewegende Kraft, welche auf den Regulator gleichförmig wirkte, und mit einerlei Stärke, so daß die Unruhe stets einerlei Bögen beschriebe, gleich als ob größere oder kleinere Bögen nicht isochronisch wären. Nun bleibt mir noch übrig, die Vorrichtung für das schicklichste Aufhängen einer Seeuhr zu beschreiben, welche die ihr gegebene Vollkommenheiten auf den höchsten Grad bringe. Um zu diesem Entzwekke zu gelangen, muß dieses Aufhängen so beschaffen seyn, daß bei allem Schwanken des Schiffs die Uhr dennoch vollkommen horizontal bleibe, ohne an den Bewegungen, welche das Aufhängen von dem Schwanken des Schiffs empfindet, Antheil zu nehmen. Dies ist die erste Bedingung einer guten Aufhängungsart.

Eine zweite und vielleicht noch wesentlichere Bedingung als erstere ist, daß das Aufhängen leicht geschehen könne, und von dauerhafter und fester Beschaffenheit, so daß man die Uhr gleich als an einer Mauer befestiget ansehen kann. Jedermann kennt das Aufhängen des Cardan für Boussolen auf dem Schiffe; eben dieses Verfahrens habe ich mich bei meinen Seeuhren bedient, allein so eingerichtet, daß die Schwankungen des Schiffs ihm keine Vibrazionsbewegung mittheilen, noch die horizontale Lage der Uhr verändern können.

Um zu diesem Entzwekke zu gelangen, hatte ich bei meiner ersten Seeuhr eine Drukfeder angebracht, um die Vibrazionsbewegung zu verhindern, welche das Schiff auf die Uhr verursachen könnte, und dieses gelang mir sehr gut. Allein ich sahe in der Folge, daß das, was ich durch die Feder erhalten hatte, ich eben so gut vermöge der Stärke der Zapfen der Aufhängung erhielt, d. i. wenn ich ihren Widerstand vermehrte. Hieraus sieht man, daß der Durchmesser dieser Zapfen nach der Schwere verhältnißmäßig seyn muß, die sie zu unterstüzzen haben, und daß sie so seyn müssen, daß die Uhr stets sicher im Bleilothe hänge, und keine Oscillazionen machen könne.

Um diese zweite Bedingung zu erfüllen, welche das gute Aufhängen einer Seeuhr nöthig macht, müssen die Theile für das Aufhängen selbst fest und mit einander ohne Spielraum vereiniget seyn; das Aufhängen selbst muß mit dem Gehäuse der Uhr fest verbunden, und an dem Schiffsboden befestiget werden.

Daß eine Seeuhr fest und unbeweglich hängen müsse geschieht deswegen: die Unruhe strebt vermöge ihrer Oscillazionen immerfort die Theile, an welche sie befestiget ist, in eine oscillirende Bewegung zu sezzen, wären daher diese Theile nicht fest, so wür-

 den

den die Oscillazionen der Unruhe sie in Bewegung sezzen *). Es ist wesentlich nothwendig, daß das Räderwerk einer Seeuhr in einem messingenen Gehäuse verschlossen werde, welches sehr dicht ist, und gleichsam nur aus einem einzigen Stükke bestehe. Vermöge dieser Einrichtung ist das Räderwerk 1) vor dem Einfluß der Luft sicher, vor der Feuchtigkeit gedekt, u. s. f. 2) kann es mit dem Gehäuse gut befestiget werden. Dieses Gehäuse, welches das Räderwerk der Uhr enthält, muß selbst von der Vorrichtung zum Aufhängen vermöge deren fester Theile getragen werden.

Um zu verhindern, daß die Oscillazionen der Unruhe das Gehäuse nicht erschüttern können, muß dieses durch eine schwere Masse belastet werden. Dies ist es hauptsächlich, wodurch man der Bewegung entgegen arbeiten kann, welche die Unruhe darauf zu äußern strebt. Um das Gehäuse noch unerschütterlicher zu machen, so wie eben dadurch die Aufhängung vollkommen, muß man diesem Gehäuse die größte mögliche Länge geben und den Punkt der Aufhängung oberhalb dem Gehäuse sezzen, so daß er mitten über der Unruhe stehe. In diesem Falle wird das Gehäuse eine Art von langen Pendulum machen, welches stets sicher die senkrechte Lage behält, und das vermöge seiner Länge und Schwere den Wirkungen der Unruhe einen noch größern Widerstand entgegen sezt, besonders wenn der Punkt für das Aufhängen in der Ebene der Oscillazion der Unruhe liegt.

Man sieht leicht, welche Wirkung davon erfolgen muß: denn nimmt man an, eine Unruhe habe eine große Kraft der Bewegung, eine starke Spiralfeder, ein leichtes Gehäuse, eine schwache Vorrichtung zum Aufhängen u. s. w. so würde es sich nothwendig zutragen, daß die Wirkung der Unruhe ein Vibriren des Gehäuses verursache: dies würde denn nothwendig die Vibrazionen der Unruhe mehr oder weniger vermindern, je nachdem die Lage, Neigung und selbst je nachdem der Boden, woran das Gehäuse befestiget worden, beschaffen ist.

### 1. Eigenes Verfahren, eine Seeuhr vor den schädlichen Einflüssen der Seeluft zu sichern.

Das erste Mittel dazu ist, das Räderwerk der Uhr in einem starken und dichten messingenen Gehäuse zu verwahren, so daß die äußere Luft nicht unmittelbar zukommen könne. Man würde das Aufhängen einer Seeuhr unmittelbar an den Boden des Schiffs befe=

*) Diese oscillirende Bewegung kann man deutlich an einer Taschenuhr sehen, die man lang und frei an einen Nagel hängt: es währet nur sehr kurze Zeit, so sieht man die ganze Uhr hin und her schwingen, und wenn man sie lange so hängen läßt und auf ihren Gang Achtung giebt, so wird man bald sehen, daß diese Schwingungen darauf sehr viel Einfluß haben.

befestigen können, allein es ist vortheilhafter, daß die Vorrichtung zum Aufhängen selbst noch überdies ein eignes Gehäuse habe, welches ebenfalls dicht und fest, und inwärts mit Tuch ausgefüttert sei, wodurch der Zutritt der feuchten Luft noch mehr abgehalten wird, und die schnellen Veränderungen der Temperatur nicht so schnell einwärts dringen können. Dies sei denn das zweite Mittel. Um endlich die feuchte Luft von der Uhr noch sicherer abzuhalten, so wie die schnellen Abänderungen der Temperatur, muß man auf dem Schiffe ein Behältniß machen, in welchem das Gehäuse der Uhr steht, welches ebenfalls mit Tuch ausgeschlagen werden kann.

## 2. Von dem Orte im Schiffe, wo man das Behältniß für die Seeuhr anbringen soll.

Um den Ort im Schiffe zu bestimmen, wo man eine Seeuhr am schiklichsten aufhängen kann, muß man auf vielerlei Rüksicht nehmen; 1) muß die Seeuhr an einem Orte im Schiffe zu stehen kommen, der trokken ist, so daß die Feuchtigkeit sich nicht unvermerkt in die Uhr ziehen kann; 2) muß der Ort bequem für die Beobachtungen an derselben liegen; 3) muß dieser Ort so beschaffen so seyn, daß die plözlichen Veränderungen in der Temperatur der Luft nicht unmittelbar auf die Uhr wirken können, endlich 4) muß man suchen, so weit als es diese erstere Bedingungen zulassen, die Uhr so nahe gegen den Mittelpunkt der Schwankung oder der Schwere des Schiffs zu stellen, als es nur möglich ist, damit sie nicht dem zu heftigen Schwanken des Schiffs auf die Seite und nach vornen (roulis et tangage) ausgesezt sei.

Ein Schiff macht verschiedene Arten der Bewegung: 1) diejenige Oscillazionsbewegung nach der Seite und längs dessen Länge; diese Oscillazionen geschehen um den Mittelpunkt der Schwere des Schiffs; 2) hat ein Schiff die fortschreitende Bewegung längs seines Laufs; 3) steigt und fällt es nach der Bewegung der Wellen; 4) zu eben der Zeit, als das Schiff in seinem Laufe vorwärts geht, hat es auch seiner Länge nach eine geringe Bewegung, die es von seinem Laufe bald auf die eine bald auf die andre Seite abtreibt; 5) hat ein Schiff vermöge seiner Planken eine zitternde Bewegung u. s. f. Das Aufhängen einer Seeuhr kann so gemacht werden, daß das Schwanken des Schiffs die horizontale Lage derselben zwar nicht merklich verändern kann, allein nie wird es die übrigen Bewegungen des Schiffs auf die Uhr zu verhindern vermögend seyn, ob es schon gewiß ist, daß diese Bewegungen von geringen Folgen sind. Auch empfinden nicht alle Theile des Schiffs diese Oscillationsbewegungen gleich stark: am stärksten sind sie vorn und hinten und an den Seiten, so wie der Mittelpunkt der Schwere des Schiffs am wenigsten davon leidet: an diesem Orte sollte daher auch eine Seeuhr ihren Plaz finden, wenn andre Umstände nicht etwa dagegen sind.

Man sieht wohl, daß wenn man nur allein die Wirkung von dem Schwanken des Schiffs auf die Uhr in Rüksicht nimmt, der Mittelpunkt der Bewegung der Unruhe sich mit dem Mittelpunkte des Schwankens des Schiffs verliert, denn so würden die Schwankungen des Schiffs diejenigen des Regulators der Uhr nicht sehr stören. Allein der Mittelpunkt der Schwere des Schiffs befindet sich im Kiele, und unter dem Wasserpasse, man würde daher fürchten müssen, daß dieser Ort für die Uhr zu feuchte sei, und folglich schädlicher als das Schwanken des Schiffs, auch würde dieser Ort zu den Bemerkungen an der Uhr, zu deren Aufziehen u. s. f. sehr unbequem seyn. Ob nun also schon nahe bei dem Mittelpunkte der Schwere des Schiffs die Uhr weniger den plözlichen Veränderungen in der Temperatur der Luft ausgesezt wäre, so glaube ich doch wegen der Schwierigkeit, die deren Gebrauche entgegen steht, und besonders wegen der übeln Beschaffenheit der Luft daselbst, daß es besser sei, sie an einen reinern und bequemern Ort zu stellen, ob sie schon mehrern Bewegungen unterworfen ist.

Bei gewöhnlichen Schiffen, als Fregatten u. s. f. kann man ein Behältniß für eine Seeuhr zwischen dem Besanmast (hintere Mastbaum) und dem Verschlage der Kajütte machen; bei Linienschiffen läßt sich eine Seeuhr schlechthin in der Kajütte selbst anbringen, weil bei großen Schiffen das Schwanken nicht so heftig ist, als bei kleinen, ein Ort, welcher zugleich für das Observiren sehr bequem ist.

## IX.

## Verfahren, von den Längenuhren auf langen Reisen mehr Genauigkeit zu erhalten.*)

### 1. Aequationstafel der Temperatur und der Bögen.

Bei dem Gebrauche, den man von meinen Seeuhren gemacht hat, ist es nothwendig gewesen, daß die Beobachter, denen diese Maschinen übertragen worden, während einer Reise Berichtigungen über den Gang dieser Maschinen anstellten, um auf die Veränderungen Rüksicht zu nehmen, welche etwa vorkämen, Veränderungen, welche immer von der Vermehrung der Anreibungen, und von der Verdikkung des Oels erfolgen, deren Wirkungen dahin gehen, die Größe der Vibrazionen der Unruhe zu vermindern. Da es nun aber für einen Schiffer nicht immer leicht ist, dergleichen Berichtigungen anzustellen, auch auf langen Reisen Längenuhren nicht den nämlichen Nuzzen leisten würden, so habe ich mir stets angelegen seyn lassen, diese Maschinen so zu bauen, daß die Veränderungen, welche vom Oele, und folglich von den Anreibungen herrühren, auf den

*) Suppl. S. 5.

den Gang der Uhr keinen Einfluß haben können; allein ohnerachtet aller meiner Bemühungen bleiben doch noch gewisse kleine Unterschiede übrig, daß es immer vortheilhaft ist, ihnen zuvorzukommen. Nun ist das sicherste Mittel, für jede Längenuhr eine Tafel zu errichten, welche die Größe anzeige, um welche der Gang dieser Maschine sich abändert, wenn die Bögen der Vibrazionen der Unruhe auf 5 Grad, 10 Grad u. s. f. vermindert werden. Eine solche Tafel nenne ich **Tafel für die Bögen und der Temperatur.**

Um diesen Entzweck leicht und bequem zu erhalten, habe ich die Gehäuse der Längenuhren den Unruhen gegen über durchbrechen lassen, welche vermittelst eines Glases wieder bedekt werden. Unterhalb der Unruhe liegt ein in Grade eingetheilter Bogen, welcher dient, die Größe der Vibrazionen vermittelst eines Stifts, der sich unterhalb der Unruhe befindet, und zum Index dient, anzuzeigen; so sind die Uhren eingerichtet, welche ich für die Spanische Marine 1775 verfertigte, und so sind verschiedene andre Seeuhren eingerichtet, die ich für die Französische Marine 1776 machte, allein bei allen diesen konnte ich aus Mangel an Zeit keine Tafeln beifügen. Auch fand ich bei Verfertigung solcher Tafeln damals noch viele Schwierigkeiten, allein ich hoffe mir schmeicheln zu dürfen, daß diese Schwierigkeiten durch folgende Mittel gehoben worden.

Die Tafel, welche ich hier vorschlage, um auf die Größe Rüksicht nehmen zu können, welche am Isochronismus fehlt, schien mir anfangs sehr schwer zu entwerfen, dieserwegen daß die Verdikkung des Oels von der Kälte, oder die natürliche Verdikkung des Oels mit der Zeit daran Theil nehmen könnten, zwei Sachen, welche gleiche Wirkungen hervorbringen, nämlich Verringerung der Größe der Bögen der Vibrazionen der Unruhe: nun ist aber die erste Größe, die Verringerung der Bögen bei der Kälte, mit in der Aequation der Temperatur begriffen, womit man die Uhr versehen muß, wenn sie zur See geht, weil die Kompensation geschieht, während daß die Bögen von der Wärme zur Kälte abweichen. Allein wenn man die neue Tafel errichtet, so daß sie nicht nur die Größe der Bögen der Unruhe, damals Versuche für die Kompensation, bemerkt, sondern daß sie auch noch das Voreilen des Ganges der Uhr anzeigt, wenn die Unruhe kleinere Bögen beschreibt, so erhält man den Werth der Verringerung der von der eignen Verdikkung des Oels erzeugten Bögen. Die Untersuchung, welche wir machen werden, dient zugleich den Gebrauch der Tafel zu versichern, und das zu erläutern, was wir angeführt haben.

## 2. Ueber die Tafel der Temperatur allein.

1) Wenn die Uhr so ist, daß im Augenblikke der Untersuchungen, welche zu Entwerfung der Tafel über die Temperatur dienen, die Bögen der Vibrazionen der Un-

ruhe aus der Wärme in die Kälte sich nicht verändern; allein daß fernerhin die Bögen anfangen sich zu verringern, so wird nothwendig die Uhr in ihrem Gange sich abändern, weil ungleiche Bögen in verschiedener Temperatur nicht isochronisch sind, eine Korrektion, welche die Aequationstafel der Temperatur nicht allein verbessern kann. Die Uhr kann also den Gang, den sie vor der Entwerfung der Tafel hatte, nur um so viel an Zeit haben, als die Bögen von der nämlichen Größe seyn werden, die sie zu dieser Zeit hatten: dies waren daher die ersten Bewegungsgründe, die mich zu einer Tafel der Bögen bewogen. Wir müssen jezt untersuchen, ob diese Tafel wirklich in allen Fällen von Nuzzen seyn kann, vorher aber wollen wir noch unter einem andern Gesichtspunkte die Tafel von der Temperatur allein, wie bereits geschehen, untersuchen.

2) Man nehme an, daß in dem Augenblikke der Versuche zu Entwerfung der Tafel für die Temperatur, die Bögen der Vibrazion der Unruhe vermöge der Kälte kleiner wären als in der Wärme. In diesem Falle werden die Kompensation so wie die Tafel der Temperatur den Unterschied in sich begreifen, welche für den Nicht-Isochronismus dieser 10 Grade der Bögen Statt haben, und die Uhr wird während der ganzen Zeit, als die von der Unruhe beschriebenen Bögen sowohl in der Wärme als in der Kälte einerlei Größe haben, einerlei gleichen Gang beobachten: allein sobald als der erste Zustand sich vermöge einer andern Ursache verändert, nämlich durch die eigene Verdikkung des Oels, so wird die Uhr einen Unterschied machen, ob man auch schon dafür die Aequation der Temperatur brauchte. Die Tafel für die Temperatur allein kann also nur die Fehler verbessern, für welche sie errichtet wurde, und während der Zeit allein, als die Uhr in dem Zustande bleibt, wo sie vor der Entwerfung der Tafel war: eben dies hat Statt, wenn selbst die Kompensation für alle Grade der Temperatur vollkommen wäre.

### 3. Von den Aequationstafeln für die Temperatur, und der Aequation vereinigter Bögen.

Wenn die Tafel für die Bögen und Temperatur gemacht ist, so sieht man deutlich, daß wenn in der Folge die Bögen in ihrer Größe abändern, der genaue Gang der Uhr dadurch nicht gestört werden kann, weil diese beiden vereinigten Tafeln alle Veränderungen in sich begreifen, welche Statt haben können, sowohl in Rüksicht der Veränderungen in der Temperatur, als der Verringerung der Bögen der Vibrazionen, und solchemnach des Nicht-Isochronismus, die einzigen Fehler, welche Statt haben können. Denn wenn die Bögen der Vibrazionen der Unruhe beständig von einerlei Größe blieben, so würde die Tafel für die Temperatur allein die Veränderungen der Uhr anzeigen, und daß, wenn die Bögen abändern, die Tafel der Bögen vollkommen und ohne Vermischung die vorzunehmende Korrektion anzeigt.

Wenn

Wenn die Kompensation der Wärme und Kälte vollkommen ist, und die Unruhe bei den Versuchen über die Wärme und Kälte, einerlei Größe der Bögen, so wie ich es erklärt habe, beschrieben hat, so hat man in dieser Voraussezzung nur die Tafel der Bögen nöthig, welche allein alle Veränderungen der Uhr in sich begreifen wird. Die Kompensation ersezt jezt die Tafel der Temperatur.

Ein wesentlich wichtiger Vortheil der Tafel der vereinigten Bögen gegen diejenige der Temperatur, so wie ich sie brauche, ist, daß wenn eine Spiralfeder nicht vollkommen isochronisch ist, kein Fehler bei dem Gebrauche der Uhr entstehen kann, weil die Tafel die Fehler in sich enthält, und dem Seemann voraussagt, welche sowohl in Rüksicht der Veränderungen in der Temperatur, als auch der Veränderungen, welche von der Größe der Vibrazionen der Unruhe herrühren, Statt haben müssen.

Wenn man mit Fleiß die Tafeln über die Temperatur und diejenige der Bögen untersucht, so scheint es mir, daß man diese Tafeln unter einerlei Form und in eine einzige Tafel vereinigt bringen könnte. Denn bei den Versuchen, welche zu ihrer Entwerfung dienen, wird jedes Resultat vermöge der Veränderung durch die Temperatur und dasjenige des Nicht-Isochronismus durch verschiedene Bögen zusammengesezt.

## *) 4. Versuche, welche zu Entwerfung der Tafel über die Bögen und die Temperatur zugleich, dienen. Von den Berichtigungen einer Uhr, wenn sie ausgepuzt worden und wieder zusammengesezt wird.

1) Wenn die Uhr ausgepuzt worden, und jezt wieder ganz zusammengesezt ist, so muß man, ehe noch der Spiralfederkloben eingesezt wird, auf den Spielraum der Spindel der Unruhe Acht haben; die Untersuchung dieses Theils, nachdem man das Gehäuse geschlossen, ist besonders nöthig, weil oft, wenn man die Stifte vorsteckt, dadurch ein Anspannen verursacht wird, und solchemnach die Spindel mehr oder weniger Spielraum erhält.

2) Man muß den Spiralfederkloben mit der Schraube wohl befestigen, und so daß er sich nicht wenden könne.

3) Den Mechanismus der Kompensation vorlegen, und die damit nöthigen Versuche anstellen.

 4) Die

*) Suppl. S. 163.

4) Die Uhr in das Gehäuse sezzen, sie gehen lassen, das Gehäuse wagerecht stellen und die Uhr reguliren.

5) Versuche über den Isochronismus vermittelst der Vorrichtung des Gegengewichts anstellen; wird der Isochronismus gestört, d. i. wenn für 5 Grad Unterschied in der Größe der Bögen der Gang der Uhr innerhalb 24 Stunden um 4 bis 5 Sekunden unterschieden ist, so muß man dahin sehen, der Spiralfeder mehr Freiheit zu geben, weil, indem man den Spiralfederkloben angeschraubt, man es hat verrükken können, und wenn die Spiralfeder nicht auf ihrem Punkte ist, so muß man sie nach Vorschrift verlängern oder verkürzen, und hierauf die Uhr vermittelst der Massen reguliren, ohne die Spiralfeder zu verändern.

6) Versuche aus der Wärme in die Kälte anstellen, und die Kompensation so einrichten, daß der Unterschied innerhalb 24 Stunden höchstens nur 3 oder 4 Sekunden betrage. Zu diesen Versuchen wähle man eine mittlere Temperatur von 10 Grad Kälte und 20 Wärme. Wenn die Kompensation nicht gehörig ist, so nähere oder entferne man das Gehäuse der Kompensation gemach, und regulire die Uhr jedesmal.

7) Hat man endlich die Uhr auf diesen Punkt gebracht und regulirt, so mache man die Versuche zu Entwerfung der Tafeln für die Bögen und Temperatur. Hiezu wähle man kalte Nächte, und wo das Thermometer auf 5 oder 6 Grad über dem Eispunkte steht. Man fange die Versuche mit der größten Kälte an, um die Wärme nach und nach zu vermehren. Besonders wähle man sich dazu ein Zimmer gegen Mitternacht, um den Abwechselungen in der Temperatur am Tage und in der Nacht auszuweichen, wenn dessen Lage gegen Morgen oder Mittag zu läge.

8) Man öffne die Vorrichtung zur Erwärmung, so wie das Fenster des Zimmers, wo die Versuche angestellt werden, damit die Uhr die nämliche Temperatur, die das Thermometer anzeigt, annehme.

## Von der Tafel der Bögen und der Temperatur. Von der Ordnung, in der die Versuche zu Entwerfung dieser Tafel angestellt werden müssen.

1) Man stelle die Uhr in die Vorrichtung zur Erwärmung, lege Schnee hinein, auf welchen man das für die Uhr bestimmte Thermometer stelle. Man fange die Versuche von der größten Kälte an, z. B. bei 3 Grad des Thermometer über dem Eispunkte.

2) Ehe

2) Ehe man den Gang der Uhr untersucht, lasse man sie vorher gegen 12 Stunden der Kälte ausgesezt seyn, damit alle ihre Theile gleiche Kälte des Thermometers angenommen.

## Erster Theil der Tafel für 3 Grad des Thermometers.

3) Ist die Uhr einer Kälte von 3 Grad gegen 12 Stunden ausgesezt gewesen, so bemerke man in dem Journale ihren Gang nach einer guten astronomischen Uhr: gleichfalls bemerke man in dem Journale den Grad des Thermometers, und die Anzahl der von der Unruhe beschriebenen natürlichen Grade.

4) Nach 12 Stunden trage man die Zeit der Uhr in das Journal, eben so auch die Größe der Bögen, und den Grad des Thermometers, die sich aber nicht verändert haben müssen. Wir nehmen hier die Bögen zu 106 Grad, und das Thermometer zu 3 Grad an; man erhält also den Gang der Uhr in einer Kälte von 3 Grad, und die Größe der natürlichen Bögen unter diesem Grade, welches das erste Glied des ersten Theils der Tafel ist.

5) Man nehme ein Gegengewicht, damit die Bögen um 5 Grad kleiner werden, d. i. 101.

6) Nach 6 Stunden bemerke man die Zeit der Uhr, die Bögen und den Grad des Thermometers, und lege noch mehr Gegengewicht zu, daß die Bögen 96 Grad werden.

7) Man bemerke nach 6 Stunden die Zeit der Uhr, und sezze dem Gegengewichte zu, daß die Bögen von 91 Grad werden, indeß das Thermometer noch immer auf 3 Grad steht.

8) Nach 6 Stunden bemerke man die Zeit der Uhr, wenn die Bögen 91 Grad sind, und nehme das Gegengewicht zu Verminderung der Bögen weg.

## Zweiter Theil für 10 Grad des Thermometers.

9) Man zünde ein Licht an, und lasse das Thermometer bis 10 Grad steigen, unterhalte es auf diesem Grade 12 Stunden lang, um den natürlichen Bogen der Unruhe unter dieser Temperatur zu haben, und damit alle Theile der Maschine einen gleichen Grad von Wärme annehmen.

10) Nach dieser Zeit trage man die Zeit der Uhr unter einer solchen Temperatur, die Größe der Bögen und diesen Grad des Thermometers in das Journal ein.

11) Nach 12 Stunden bemerke man die Zeit der Uhr, den beschriebenen Bogen und Grad 10 des Thermometers, wo man den Gang der Uhr für eine Temperatur von 10 Grad haben wird; dies ist das erste Glied des zweiten Theils der Tafel für 10 Grad Temperatur, und bei natürlichen von der Unruhe beschriebenen Bögen, die wir zu 110 Grad voraussezzen.

12) Man gebe ein Gegengewicht, um 105 Grad beschreiben zu lassen, oder 5 Grad weniger als die natürlichen Bögen.

13) Nach 6 Stunden bemerke man die Zeit der Uhr, so erhält man den Gang bei 105 Grad der Bögen unter 10 Grad der Temperatur. Das zweite Glied zeigt die Größe, wornach der Beobachter seine Rechnung bestimmen muß, wenn das Verdikken des Oels die von der Unruhe beschriebenen Bögen um 5 Grad vermindert hat, oder wenn sie 105 Grad geworden: man lege mehr Gegengewicht zu, daß die Bögen 100 Grad werden.

14) Nach 6 Stunden bemerke man die Zeit der Uhr, lege Gegengewicht zu, damit die Bögen 95 Grad werden, und bemerke nach 6 Stunden die Zeit der Uhr; so erhält man alle Glieder des zweiten Theils der Tafel für 10 Grad des Thermometers. Man nehme das Gegengewicht weg.

### Dritter Theil der Tafel für 18 Grad Temperatur.

15) Man zünde noch ein Licht mehr an, lasse das Thermometer bis 18 Grad steigen, und unterhalte es auf diesem Punkte 12 Stunden lang, so daß die Uhr vollkommen diese Temperatur annehme.

16) Man bemerke die Zeit der Uhr, und lasse sie in dieser Temperatur gehen; nach 12 Stunden bemerke man die Zeit, und den von der Unruhe beschriebenen Bogen, so hat man den Gang der Uhr bei 18 Grad des Thermometers und bei dem natürlichen Bogen unter dieser Temperatur, den ich zu 113 Grad annehme; dies ist das erste Glied des dritten Theils der Tafel.

17) Man lege ein Gegengewicht zu, um die Bögen um 5 Grad zu vermindern, daß sie 108 Grad werden; nach 6 Stunden bemerke man die Zeit der Uhr unter 108 Grad der Bögen und 18 Grad des Thermometers.

18) Man sezze dem Gegengewichte zu, daß die Bögen 103 Grad werden; nach 6 Stunden bemerke man die Zeit der Uhr.

19) Man lege dem Gegengewichte noch mehr zu, daß die Bögen 98 Grad werden; nach 6 Stunden bemerke man die Zeit der Uhr, so erhält man alle Glieder des dritten Theils der Tafel für 18 Grad: man nehme das Gegengewichte weg.

### Vierter Theil der Tafel zu 26 Grad Temperatur.

20) Man zünde noch ein Licht an, und lasse das Thermometer bis 26 Grad steigen, und unterhalte es auf diesem Punkte 12 Stunden, damit die ganze Uhr diese Wärme annehme.

21) Nach 12 Stunden bemerke man die Zeit der Uhr und den von der Unruhe beschriebenen Bogen, den ich zu 115 Grad bei 26 Grad des Thermometers annehme.

22) Nach 12 Stunden bemerke man wieder die Zeit der Uhr und der Bögen 115, so hat man den Gang der Uhr bei 26 Grad des Thermometers, und den natürlichen unter dieser Wärme beschriebenen Bogen: dies ist das erste Glied des vierten Theils der Tafel.

23) Man gebe ein Gegengewicht, um die natürlichen Bögen auf 110 Grad zurück zu sezzen, und nach 6 Stunden bemerke man die Zeit der Uhr.

24) Man sezze dem Gegengewichte zu, um die Bögen auf 105 Grad zu bringen, und nach 6 Stunden bemerke man wieder die Zeit der Uhr.

25) Man lege dem Gegengewichte weiter zu, daß die Bögen 100 Grad werden, und nach 6 Stunden bemerke man die Zeit der Uhr; so erhält man endlich alle Glieder der vier Theile der Tafel. Man nehme das Gegengewichte weg.

Folgendes Beispiel als Muster der Versuche nach diesem Verfahren, dessen ich mich bei der Uhr No. 17 bedient habe, wird das übrige deutlich machen.

### Beispiel als Muster der Versuche an der Längenuhr No. 17.

Für die Tafel der Temperatur und Bögen.

1 Theil bei der Kälte 5 Grad über 0

| | | |
|---|---|---|
| | um 6 St. M. | In der Kälte, die Uhr frei. |
| | um 6 St. 20′ S. | zu spät 9″½ natürlicher Bogen 105° Therm. 5°. |
| d. 9. | um 6 St. 20″ M. | zu spät 17″ Bogen 105° Therm. 5° zu spät 7″½ in 12 St. = 15″ in 24 St. mit dem Gegengewicht Bogen 100°. |

um

um 11 St. 20′ zu spät 21″¼ Bogen 100° Therm. 5° zu spät 4″½ in 5 St. = 21″$\frac{6}{10}$ in 24 St. mit Gegengewicht, Bogen 95°.

4 St. 20′ M. zu spät 27″¾ Bogen 95° Therm. 5° zu spät 6″¼ in 5 St. = 30″ in 24 St. das Gegengewicht weggenommen.

2 Theil für 12 Grad. Angezündete Lampe 1 Docht.

d. 10. um 7 St. 20′ M. zu spät 42″ Therm. 12° natürl. Bogen 110°

7 St. 20′ S. zu spät 48″ Therm. 12° natürl. Bogen 110° zu spät 6″ in 12 = 12 in 24 St. Gegengewicht, Bogen 105 Grad

d. 11. um 8 St. 20′ M. zu spät 56¼ Therm. 12 Bogen 105° zu spät 8″¼ in 13 St. = 15″$\frac{2}{10}$ in 24 St. Gegengewicht, Bogen 100°

um 2 St. 20′ S. zu spät 1′3″ Therm. 12 Bogen 100 zu spät 6″¾ in 6 St. = 27″ in 24 St. das Gegengewicht weggenommen.

3 Theil bei 18 Grad. Angezündete Lampe 2 Dochte.

d. 12. um 6 St. 0′ M. zu spät 1′ 15″, natürlicher Bogen 114. Therm. 18

um 12 St. 0′ zu spät 1′ 16″½ Bogen 114 Therm. 18 zu spät 1″½ in 6 St. = 6″ in 24 St. Gegengewicht, Bogen 109°

um 6 St. 0′ S. zu spät 1′ 19″¼ Bogen, 109 Therm. 18, zu spät 2″¾ in 6 St. = 11″ in 24 St. Gegengewicht, Bogen 105°

um 9 St. 0′ S. zu spät 1′ 22″¾ Bogen 105, Therm. 18 zu spät 3″½ in 3 St. = 28″ in 24 St. Gegengewicht weggenommen.

4 Theil bei 26 Grad. Angezündete Lampe 3 Dochte.

d. 13. um 5 St. 35′ M. zu spät 1′ 24″¾ natürlicher Bogen 114 Therm. 26

um 10 St. 35′ zu spät 1′ 25″½ Bogen 114, Therm. 26, zu spät ¾″ in 5 St. = 3″$\frac{6}{10}$ in 24 St. Gegengewicht, Bogen 109

um 3 St. 35′ zu spät 1′ 26″½ Bogen 109, Therm. 26 zu spät 1″ in 5 St. = 4″$\frac{8}{10}$ in 24 St. Gegengewicht, Bogen 103.

8 St. 35′ zu spät 1′ 28″¾ Bogen 103, Therm. 26 zu spät 2″¼ in 5 St. = 10″$\frac{8}{10}$ in 24 St.

Die

## Die Längenuhr No. 17.

Aequationstafel der Korrektionen, die in Rüksicht der Zeit der Uhr wegen Veränderung der Temperatur und der Größe der von der Unruhe beschriebenen Bögen gemacht werden müssen.

1 Theil. Thermometer 5° über 0.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Natürliche Bögen | 105° | die Uhr zu späte um | 15″ in 24 St. |
| Bögen | 100 | = = = = = | 21″$\frac{6}{10}$ |
| | 95 | = = = = = | 30″ |

2 Theil. Thermometer 12° über 0

| | | | |
|---|---|---|---|
| Natürliche Bögen | 110° | die Uhr zu späte um | 12″ in 24 St. |
| Bögen | 105 | = = = = = | 15″$\frac{2}{10}$ |
| | 100 | = = = = = | 27″ |

3 Theil. Thermometer 18°

| | | | |
|---|---|---|---|
| Natürliche Bögen | 114° | die Uhr zu späte um | 6″ in 24 St. |
| Bögen | 109 | = = = = = | 11″ |
| | 104 | = = = = = | 28″ |

4 Theil. Thermometer 26°

| | | | |
|---|---|---|---|
| Natürliche Bögen | 114° | die Uhr zu späte um | 3″$\frac{6}{10}$ in 24 St. |
| Bögen | 109 | = = = = = | 4″$\frac{8}{10}$ |
| | 103 | = = = = = | 10″$\frac{8}{10}$ |

Wenn man von allen Gliedern obiger Tafel das kleinste 3″$\frac{6}{10}$ abzieht, d. i. die Uhr bei natürlichen Bögen in der Temperatur 26° regulirt annimmt, so erhält man folgende Tafel.

## Die Längenuhr No. 17.

Aequationstafel der Korrektionen, die in Rüksicht der Zeit der Uhr wegen Veränderung der Temperatur und der Größe der von der Unruhe beschriebenen Bögen gemacht werden müssen.

1 Theil. Thermometer 5° über 0

| | | | |
|---|---|---|---|
| Natürliche Bögen | 105° | die Uhr zu späte um | 11″$\frac{4}{10}$ in 24 St. |
| Bögen | 100 | = = = = = | 18″ |
| | 95 | = = = = = | 26″$\frac{4}{10}$ |

2. Theil. Thermometer 12°

| | | | |
|---|---|---|---|
| Natürliche Bögen | 110° die Uhr zu späte um | $8''\frac{4}{10}$ | in 24 St. |
| Bögen | 105 . . . . . | $11''\frac{6}{10}$ | |
| | 100 . . . . . | $13''\frac{4}{10}$ | |

3 Theil. Thermometer 18°

| | | | |
|---|---|---|---|
| Natürliche Bögen | 114° die Uhr zu späte um | $2''\frac{4}{10}$ | in 24 St. |
| Bögen | 109 . . . . . | $7''\frac{4}{10}$ | |
| | 104 . . . . . | $24''\frac{4}{10}$ | |

4 Theil. Thermometer 26°

| | | | |
|---|---|---|---|
| Natürliche Bögen | 114° die Uhr regulirt = | 0″ | Korrektion |
| Bögen | 109 . . zu späte | $1''\frac{2}{10}$ | |
| | 103 . . . . | $7''\frac{2}{10}$ | |

Die Kompensation der Wärme und Kälte bei dieser Uhr ist zu stark. Es wäre vortheilhaft gewesen, ehe diese Tafel entworfen worden, die Kompensation vermöge der mittlern Temperatur von 10° bis 20° des Thermometers zu berichtigen: denn hier giebt es von 12 bis 18° in 24 Stunden einen Unterschied von 6″, den man bis 0 hätte zurückführen können, und so würde auf den leztern Gliedern der Wärme und Kälte die Differenz gefallen seyn, die sich auf der See weniger einfindet.

Ist alles beendiget, so hänge man das Gehäuse und die Uhr in die Aufhängung, gebe dem Zapfen der Aufhängung Oel, und berichtige ihre horizontale Lage durch eine gute Wasserwage, die man auf das Glas über der Uhr sezze.

---

II.

II.

# Auserlesene Muster von See- und Längenuhren.

I.

## Die Seeuhr mit dem Pendulum oder No. 5. *)

Unter den Entwürfen von Seeuhren, die ich der Akademie 1764 vor meiner Abreise nach Brest vorgelegt, war die einzige unvollendete diejenige mit dem Pendulum. Seit dieser Zeit habe ich mich allein mit der Vervollkommnung meiner Seeuhren mit Unruhe und Gewicht beschäftiget. Glüklicher Weise bin ich dahin gelangt, ihnen so viel Genauigkeit zu geben, daß zu hoffen steht, daß sie bei der Schiffahrt mit Vortheil werden zu brauchen seyn, so wie auch die Versuche damit es zu bestätigen scheinen. Ich bin daher jezt im Stande eine Untersuchung vorzunehmen, wodurch, wenn sie mir gelingen sollte, die Maschinen sehr vereinfachet, und zugleich einen allgemeinen Gebrauch gestatten würden, da sie von einer größern Anzahl von Künstlern gemacht werden könnten; dies wäre eine Uhr mit dem Pendulum. Hughens, dieser so berühmte Mann, welchem die Uhrmacherkunst ihre schönsten Entdekkungen zu verdanken hat, schlug kurze Zeit darauf, als er so glüklicher Weise das Pendulum an Uhren angebracht, vor, sich dieses so herrlichen Regulators zu Seeuhren zu bedienen; er ließ selbst verschiedene solcher Uhren verfertigen, wovon er die Beschreibung in seiner Abhandlung von Uhren gegeben hat, die 1673 herausgekommen: zwei von diesen Maschinen sind nach der Beschreibung auch wirklich zur See gebraucht worden, und nach dem Erfolge davon ließe sich hoffen, daß dieses Verfahren verbessert werden könnte. Indessen scheint es, daß seit dieser Zeit sich niemand mehr damit beschäftiget hat. Ich unternehme daher, hier die Bauart einer Seeuhr mit dem Pendulum zu beschreiben. Wenn mein Versuch auch nicht den Nuzzen erreichen sollte, den ich wünschte, so dürfte er doch wenigstens den Künstlern zu mehrerer Aufmunterung dienen.

Nach dem, was Herr Huyghens von dem Erfolge seiner Uhren berichtet, war bei den großen Bewegungen des Schiffs das Pendulum nicht im Stande seinen gleichen Gang zu beobachten. Dieses Hinderniß ward nicht nur vermöge der Natur des Pendulum verursacht, sondern vorzüglich vermöge der Länge, die er ihm gegeben: es war 9 Zoll und



*) Das. S. 216.

und vibrirte halbe Sekunden, auch trug vielleicht die Art, wie er es an die Uhr angebracht, viel bei, daß es die Schwankungen heftiger empfand.

Wenn zu hoffen steht, Seeuhren mit dem Pendulum zu erhalten, so kann dies nur mit einem sehr kurzen Pendulum geschehen, welches schnelle Vibrazionen macht; denn in diesem Falle sind sie von denjenigen des Schiffs mehr verschieden, welche von Natur langsam geschehen: allein man muß auch nicht wieder auf das Entgegengesezte verfallen, weil die Anreibungen der Aufhängung sich wie die Anzahl der Vibrazionen vermehren, und weil überdies ein zu kurzes Pendulum nur sehr wenig Kraft hat. Nun hängt es aber vornehmlich von der großen Kraft der Bewegung des Regulators ab, daß eine Maschine zur Bestimmung der Zeit ihre Genauigkeit erhält.

Die Linse eines so kurzen Pendulum kann nicht sehr schwer seyn, denn sie würde von dem Schwanken des Schiffs zu sehr gestört werden. Um dies zu ersezzen, muß man das Pendulum sehr große Bögen beschreiben lassen, dadurch wird es eine größere Stärke der Bewegung, theils vermöge der Geschwindigkeit seiner Oscillazionen, theils durch die Größe seiner durchlaufenen Bögen erhalten. Es wird also die Schwankungen des Schiffs weniger empfinden.

Bei den gewöhnlichen Pendeluhren beschreibt das Pendulum sehr kleine Bögen, weil diese Maschinen an einer Mauer befestiget sind. Sind nun die Bögen, welche Pendeln beschreiben, klein, so vermengen sie sich mit den Bögen der Zikloide und sind folglich isochronisch, wenn auch eine Ungleichheit in ihrer Größe Statt haben sollte: dies ist die Eigenschaft kleiner Bögen. Uebrigens verändern bei der Vollkommenheit, die man gegenwärtig den astronomischen Uhren giebt, die von dem Pendulum beschriebenen Bögen wenig ihre Größe, wenn die bewegende Kraft einerlei bleibt, und Räderwerk und Hemmung u. s. w. gut bearbeitet ist, und so wird bei solchen Maschinen die Zikloide des Huyghens völlig unnöthig. Allein bei einer Seeuhr, die ein Pendulum zum Regulator hat, würde es ganz anders seyn, denn das Schwanken des Schiffs würde nothwendig die Größe ihrer Bögen verändern, und sie würden bald größer bald kleiner werden, so gut man auch übrigens die Uhr aufgehangen hätte: und Vibrazionsbögen, welche groß sind, haben nicht mehr diese Eigenschaft kleiner Bögen: die größten sind die langsamsten, wenn sie kleiner werden, so geschehen sie schneller. Die Zikloide wird also bei einer solchen Maschine unentbehrlich, so wie nunmehr die Aufhängung keine Nuß seyn kann, sondern vermittelst eines Fadens oder vielmehr mit sehr schwachen Federn geschehen muß; wir werden weiter unten ein andres Mittel vorschlagen, die Oscillazionen isochronisch zu machen, welches statt der Zikloide angewandt werden kann.

Bei

Bei großen Schwankungen des Schiffs wird das Pendulum verschiedene Arten von Bewegung außer denen erhalten, deren wir erwähnt haben, und wodurch ebenfalls die Größe der Bögen größer oder kleiner wird. Die Fläche des Pendulum muß mit dem Horizont stets perpendikular stehen, daher denn wegen der kleinen Neigungen, welche die Uhr annehmen kann, und welche dahin gehen, sie zu verändern, die Aufhängung des Pendulum so seyn muß, daß sie gewandt werden kann, damit das Pendulum die Freiheit erhält, die lothrechte Stellung anzunehmen. Die Aufhängung des Pendulum muß also so wie bei astronomischen Uhren eingerichtet seyn, allein sie muß sich gedrang und sanft bewegen, damit das Pendulum für sich seine lothrechte Richtung erhalten kann, ohne zu vibriren: zu viel Freiheit würde indessen auf das Pendulum elliptische Oscillazionen bewirken.

Die Aufhängung bei einer Seeuhr mit dem Pendulum erfordert eine sehr genaue Bearbeitung, so daß das Gehäuse, welches die Uhr enthält, keine Bewegungen des Schiffs annimmt, d. i. stets vollkommen unbeweglich bleibt, während daß das Schiff um dasselbe sich dreht. Die Aufhängungen meiner Uhren No. 6 und 8 sind sehr gut gelungen, und könnten zum Muster dienen: ihre Vollkommenheit hängt vornehmlich von der Länge des Gehäuses und den Massen von Blei ab, die ich an dem Boden befestiget habe. Dies macht eine Art von Pendulum, welches stets eine vertikale Lage ohnerachtet aller Schwankungen des Schiffs behält. Diese Eigenschaft muß man nach dem Plazze zu vermehren suchen, denn je länger das Gehäuse ist, je weiter steht der Bewegungspunkt über dem Boden, und hat dieser Boden eine sehr große Schwere, so wird er um so mehr unbeweglicher.

Von dieser Einrichtung des Gehäuses und der Aufhängung der Uhr erfolgt ein wesentlicher Vortheil für den genauen Gang der Uhr, nämlich der Regulator der Uhr erhält weniger Erschütterungen. Ich habe seit langer Zeit beobachtet, wie nöthig es ist, diesen Fehler zu vermeiden, und die Erfahrung hat meine Vernunftschlüsse gerechtfertiget. Diese Betrachtung ist von großer Folge bei astronomischen sowohl als Seeuhren. Bei erstern vermeidet man diesen Fehler durch das Befestigen an starken Mauern, welches bei leztern blos durch schwere Massen an dem Gehäuse solcher Uhren geschehen kann, wie ich auch an meinen Uhren gethan habe.

Damit das Pendulum weniger Kraft habe, seine Bewegung dem Gehäuse und der Aufhängung mitzutheilen, muß man suchen, welche Lage in dem Gehäuse die schiklichste ist. Ich glaube, daß es hier nur einen einzigen Punkt giebt, wo nämlich der Mittelpunkt der Aufhängung des Pendulum mit demjenigen der Uhr zusammenfällt: alle andre Punkte über oder unter demselben vermehren die Kraft des Pendulum das Gehäuse zu erschüttern.

1. Von

## 1. Von dem Isochronismus der Vibrazionen des Pendulum bei ungleichen Bögen.

Wenn man ein Pendulum zum Regulator einer Seeuhr anwendet, so werden vermöge des Schwankens des Schiffs kleine und große Bögen nothwendig erfolgen. Nun weiß man, daß diese nicht isochronisch sind, d. i. große Bögen geschehen langsamer als kleine; auch kann man sich des Pendulum nicht schlechthin bedienen, wie es bei astronomischen Uhren geschieht. Bei diesen bedient man sich kleiner Bögen, welche für sich stets einerlei bleiben, und welche ihrer Natur nach isochronisch sind, weil kleine Bögen eines Zirkels sich mit denjenigen der Zikloide verlieren. Huyghens, nachdem er das Pendulum an die Uhren angebracht, sahe bald, daß große und kleine Bögen von einerlei Pendulum nicht isochronisch seyn konnten; und um sie gleich zu machen, entdekte er, ohnerachtet dieser Ungleichheit ihrer Größe, die Eigenschaften einer Krümmung (der Zikloide) welche diesem Entzwekke völlig entsprach. Er hieng dieserwegen das Pendulum an einem Faden auf, welcher zwischen zwei zikloidischen Blechen spielte. Dies war eine sehr glükliche Entdekkung, wovon man aber gegenwärtig keinen Gebrauch mehr macht. Sie wird bei astronomischen Uhren ganz unnüz, da man sie gegenwärtig kleine Bögen beschreiben läßt; allein bei einer Seeuhr mit dem Pendulum muß dieses nothwendig große Bögen beschreiben, weswegen man denn eine Zikloide brauchen, und das Pendulum vermittelst sehr feiner Faden abhängen müßte, die an der Krümmung hinstreifen. Dies wäre also ein Mittel, die Oscillazionen des Pendulum, als Regulator einer Seeuhr, isochronisch zu machen. Folgendes Verfahren indessen gründet sich auf einen ganz andern Grundsaz.

Wenn die von dem Pendulum beschriebenen Bögen groß sind, so geschehen sie langsamer; allein ich habe gefunden, daß im Gegentheil diejenigen einer Unruhe schneller geschehen, weil die steigende Kraft der Spiralfeder in einem zu großen Verhältnisse wächst, auch kann man diese Progression der Kraft der Spiralfeder nach Willkühr verändern, indem man sie länger oder kürzer macht. Wenn man also an die Welle der Bewegung eines Pendulum eine Spiralfeder anbringt, so werden die Oscillazionen dieses zusammengesezten Regulators vermöge der Spiralfeder isochronisch werden, und zwar auf eine sehr einfache und sichere Art, indem man die Spiralfeder verlängert oder verkürzt, bis daß große und kleine Oscillazionen des Pendulum isochronisch sind. Hat man nun einmal die Länge und Kraft einer Spiralfeder, ihre Progression u. s. f. für ein gegebenes Pendulum gefunden, so wird es leicht seyn, eine ähnliche Spiralfeder für ein andres Pendulum für eben diese Dimensionen vermittelst der elastischen Wage zu finden. Man sieht, daß das Pendulum mit einer solchen Spiralfeder, um gegebene Vibrazionen zu machen, länger werden muß, als es ohne dessen Anwendung wäre, allein dies hat keine Schwierigkeit, weil,

ob es schon länger ist, das Schwanken des Schiffs doch weiter nicht darauf wirkt, weil die Spiralfeder es ersezt, und seine Vibrazionen auf die gegebene Anzahl der Vibrazionen in einer Stunde zurükbringt.

Hat ein solches Pendulum die Korrektion der Wärme und Kälte, so wird die Beifügung der Spiralfeder nothwendiger Weise die Dimensionen für die Kompensation verändern, welche also einen Ueberschuß haben müste, um die Wirkung der Wärme und Kälte auf die Spiralfeder zu verbessern. Die einzige Schwierigkeit, die sich dabei befindet ist, daß, um von der Kompensation zu urtheilen, man die Uhr gehen lassen müste, und daß, wenn das Pendulum einfach ist, man es verbessern kann, wie ich bei meinen astronomischen Uhren thue, wenn man es unmittelbar ans Pyrometer legt. Indessen wäre dies das geringste Hinderniß; denn bei einer Seeuhr selbst mit dem einfachen Pendulum ohne Spiralfeder würde es stets nöthig seyn, von der Kompensation aus dem Gange der Uhr selbst nach den Versuchen mit dem Pyrometer zu urtheilen, damit wenn irgend ein Unterschied Statt finde, man beim Gebrauch in der Schiffahrt Rücksicht darauf nehmen könne.

## 2. Beschreibung der Seeuhr mit dem Pendulum.

Ist das Pendulum der Regulator einer Seeuhr, so wird es in einer Sekunde 3 Vibrazionen thun müssen = 10800 in einer Stunde; dessen Länge vom Mittelpunkte der Oscillazionen bis zu demjenigen der Aufhängung wird also 4 Zoll seyn.

Das Pendulum ist mit einem Roste wie diejenigen großen an meinen astronomischen Uhren. Es besteht aus 9 Stäben, wovon viere zwei Roste von Stahl machen: der stählerne Stab, welcher die Linse trägt, und vier Stäbe von Messing: alle diese Stäbe sind durch Stifte verbunden, damit sie keinen Spielraum haben, und das Pendulum unverändert bleibe. Der äußere Rost hat $5\frac{1}{4}$ Zoll Länge außerhalb und 15 Linien Breite; jeder Stab ist $1\frac{1}{2}$ Lin. stark, der mittlere hingegen 3 Linien.

Ich habe dem Pendulum mehr Länge gegeben, als es für die Kompensation nöthig ist, allein der Ueberschuß soll dienen, die Wirkung der Wärme und Kälte auf die Spiralfeder zu verbessern, welche die Oscillazionen isochronisch machen soll, und wäre die Kompensation noch zu stark, so kann man sie verbessern, indem man die mittlern Stäbe des Pendulum kürzer macht u. s. f.

Die Hemmung geschieht mit einem stählernen Rade von 20 Zähnen, gleich demjenigen No. 6 und 7; die Lappen sind von Rubin. Die bewegende Kraft ist ein Gewicht wie No. 8.

Das Räderwerk ist horizontal. Ich hatte versucht, es wie bei einer Pendeluhr vertikal zu machen, allein ich fand viele Schwierigkeiten. Es wäre nöthig gewesen, damit der Mittelpunkt der Aufhängung des Pendulum mit demjenigen des Gehäuses zusammentrâfe, wie dies geschehen muß, daß das Zifferblatt zum Theil unter der Aufhängung des Gehäuses gekommen, wodurch aber das Zifferblatt verstekt worden wäre. Wenn das Zifferblatt horizontal ist, so liegt es zur Observazion bequemer. Die Bauart, die ich dieser Uhr gegeben, verursacht übrigens keine Fehler, und ich habe alle Vortheile genuzt, die ich ohne Verlust nuzzen können.

Das große Rad des Zilinders liegt mitten in dem Gehäuse, um beim Aufziehen der Uhr das Gehäuse mit der Hand nicht zu erschüttern.

Die Minuten sind so wie die Sekunden exzentrisch, welches zwei Zifferblätter auf der Platte nöthig macht, welche mit Schrauben befestiget werden, wie bei der Uhr No. 10.

Das große Zilinderrad macht in 4 Stunden einen Umgang. Ich habe es so eingerichtet, damit das Minutentrieb einen größern Durchmesser und festere Stäbe erhielt. Dieses Trieb hat 30 Stäbe und hält 8 Linien im Durchmesser. Ich habe diesem Triebe einen so großen Durchmesser gegeben, weil, da das Pendulum große Bögen beschreiben muß, eine große bewegende Kraft nöthig ist. Hätte nun das erste Rad in 12 Stunden einen Umgang gemacht, so würde das Minutentrieb zu sehr beschwert worden seyn.

Da die Stunden nicht wie bei No. 8 von dem ersten Rade angezeigt werden können, so bediene ich mich eines Wechselrades, dessen Zapfen einen Zeiger trägt, welcher die Stunden auf dem Zifferblatte exzentrisch anzeigt. Dieses Zifferblatt ist an die Platte wie diejenigen für die Minuten und Sekunden befestiget. Ich lasse die Uhr in einem Aufzuge 30 Stunden gehen; das erste Rad macht also $7\frac{1}{2}$ Umgänge: dies ist die Anzahl der Gänge des Zilinders.

Das ganze Räderwerk liegt in einem einzigen Gehäuse, deren Pfeiler nur 12 Linien Höhe haben, welches nöthig ist, um den vierekkigen Ansaz zum Aufziehen so nahe als möglich an den Mittelpunkt der Aufhängung des Gehäuses zu bringen, wodurch denn auch die Wirkung der Hand für das Erschüttern des Gehäuses vermindert wird.

Da das Räderwerk horizontal ist, und das Pendulum seiner Natur nach vertikal, so muß das Steigerad wie das Pendulum vertikal liegen, indeß die übrigen Räder horizontal sind. Die Welle des Steigerads liegt also parallel mit den Platten, und das Sekundenrad hat die Gestalt eines Kronrads. Vermöge dieser Einrichtung wird das

Wech=

Wechselrad sehr einfach: dies hat also die Wirkung wie das Kronrad an einem Pendulum mit dem gewöhnlichen Steigeradstriebe.

Der Mittelpunkt der Aufhängung des Pendulum fällt vollkommen mit demjenigen des Gehäuses zusammen, und ist genau an dem Mittelpunkt der Platten angebracht.

Ich habe die Gabel ganz weggelassen, wie man sich derselben bei Pendeluhren bedient, und habe dafür unmittelbar das Steigerad an den Haken der Hemmung, der an der Welle der Bewegung des Pendulum sich befindet, wirken lassen. Das Steigerad muß also in der Mitte des Gehäuses, so wie auch in der Mitte der Stärke der Stange, d. i. in der von dem Pendulum beschriebenen Fläche liegen.

Die Aufhängung des Pendulum ist mit der Nuß, so daß das Pendulum stets die lothrechte Lage hat. Es ist nothwendig, daß die Träger der Nuß vollkommen in gleicher Entfernung von der Mitte des Pendulum stehen, damit die Neigung des Pendulum nicht die Hemmung verändre.

Die Spiralfeder zu Erhaltung des Isochronismus der Vibrazionen liegt auf der Welle der Nuß vermittelst einer Rolle, die sich gedrang dreht. Die Aufhängung des Pendulum geschieht vermittelst zwei starker Stege an der kleinen Platte.

Das Steigerad ist auswärts an der kleinen Platte vermittelst zweier Stege angebracht, dieses Rad befindet sich also zwischen der Aufhängung des Pendulum und der kleinen Platte, indem die Fläche dieses Rades durch den Mittelpunkt der Platte und durch alle Mittelpunkte der Bewegung des Pendulum geht.

Das Sekundenrad oder Kronrad geht unterhalb der kleinen Platte, um in das Trieb des Steigerads zu greifen, dessen Welle, wie schon erwähnt, mit den Platten parallel ist.

Der untere Zapfen des Kronrads liegt in einem Stege außerhalb der kleinen Platte.

Der Zilinder oder der Haken der Hemmung ist mit den Nüssen der Aufhängung des Pendulum zentrirt, und so eingerichtet, daß er leicht weggenommen werden kann: die Nüsse bestehen aus kleinen Zilindern, welche gedrang in eine Röhre gehen, welche in der Mitte eingeschnitten ist, um den Zilinder aufzunehmen, mit welchem sie vermöge der untern Enden der Nüsse oder der zilindrischen Theile zentrirt sind. Die Röhre ist von Messing und hat zwei Absäzze, um an das Ende des Rosts des Pendulum befestiget werden zu können.

Das Steigerad ist so gestaltet, daß es die größten Bögen dem Pendulum z. B. 30 Grad beschreiben lassen kann.

Ein einziges Gehäuse aus zwei Platten, wovon eine, die Pfeilerplatte, zum Zifferblatte dient, enthält also das ganze Räderwerk, und trägt zu gleicher Zeit das Pendulum.

Ein zweites Gehäuse mit 3 Pfeilern enthält die bewegende Kraft. Die Einrichtung dieses Theils ist von derjenigen an meinen andern Uhren verschieden: bei diesen wurde das Gehäuse des Gewichts mit einer der Platten des Räderwerks befestiget, und alles war in einem langen Gehäuse: hier lasse ich das Gehäuse des Gewichts am Boden eines Gehäuses von Messing halten, welches nur 6 Zoll Höhe hat. Ich gebe den Pfeilern des Gewichts 14½ Zoll, welche auf diese Art sich außerhalb dem Gehäuse befinden; diese große Länge ist sehr vortheilhaft, nicht allein wegen des Falls des Gewichts, sondern auch vorzüglich die Aufhängung des Gehäuses für die Schwankungen weniger empfindlich und das Gehäuse standbarer zu machen. Ich erhalte diese Vortheile, ohne das Gehäuse länger zu machen, welches viele Schwierigkeit und Kosten verursacht haben würde; und um die Bewegung zu sichern, lasse ich von weißem Blech von dem Boden des messingenen Gehäuses einen Absaz herabgehen.

Die Bearbeitung dieser Uhr mit dem Pendulum ist schon weit gediehen, und ich gebe mir dieserwegen mehr Mühe, da sie mir zu zweierlei wesentlichem Gebrauche dienen soll: erstlich hoffe ich, daß sie zur See brauchbar seyn dürfte: zweitens ist der andre wesentliche Nuzzen, die verschiedene Länge des Pendulum unter allen Breiten zu bestimmen; sie kann vermöge der Einrichtung und Genauigkeit der Uhr als unveränderlich angesehen werden. Dieses Entzwecks wegen wollte ich alle mögliche Mühe auf die Vollkommenheit der Hemmung, der Aufhängung u. s. w. wenden, denn es läßt sich sogleich leicht einsehen, was man von einer Uhr von dieser Art hoffen kann. Indessen rede ich gegenwärtig von ihr blos als von einem Versuche, den die Erfahrung erst bestätigen muß.

## II.

## Die Seeuhr No. 6. *)

Die vorher beschriebenen Uhren können gewissermaßen blos als Versuche angesehen werden, welche mich nach und nach auf meine Seeuhren geleitet haben. Als ich die erstern anfieng, hatte ich blos Hofnungen vor mir, gegenwärtig aber läßt sich schmeicheln, daß bei fortgesezten Untersuchungen man zu einem wahren Nuzzen bei der Schiffahrt dadurch

*) Das. S. 226.

durch gelangen dürfte, wozu ich nach den Versuchen, die von den Herren de Fleurieu und Pingre' mit meinen fernern Seeuhren auf der See sind angestellt worden, berechtiget zu seyn glaube.

Der Regulator der Uhr No. 6 besteht aus einer einzigen Unruhe wie No. 3, und hängt horizontal an einer Feder wie bei No. 4, die, ob sie schon noch nicht ganz vollendet war, als ich No. 6 anfieng, doch in der Bauart zum Grunde gedient hat. Die Unruhe hat auch die nämliche Schwere und den Durchmesser wie No. 4, macht gleichfalls vier Vibrazionen in einer Sekunde, und liegt zwischen 6 Rollscheiben u. s. w. Da die Uhr No. 4 nicht mit der nöthigen Genauigkeit bearbeitet worden, und ich jezt vermittelst Instrumente, die ich mir absichtlich dieserwegen verfertigt habe, im Stande bin, es zu thun, so fieng ich eine ganz neue an; und da sie besonders mir aufgetragen worden, um Versuche damit anzustellen, und ihre Güte auf der See selbst zu entscheiden, so habe ich nichts vernachlässiget, was ihr irgend eine Vollkommenheit geben dürfte. Ein Mittel, welches ich glaubte, daß es mich noch mehr dieser Vollkommenheit nähern dürfte, schien mir die Anbringung des Gewichts als bewegende Kraft dieser Uhr; denn ob ich schon bereits das Gewicht als bewegende Kraft einer Seeuhr vorgeschlagen hatte, so hatte ich es doch noch an keiner derselben selbst angewandt. Dies that ich nunmehr mit der Uhr No. 6. Der Versuch, der damit auf der See ist gemacht worden, rechtfertiget den Gedanken, den ich mir von dem Vorzuge dieser bewegenden Kraft gemacht hatte.

## 1. Beschreibung der Seeuhr No. 6.

Die 1. Figur der I. Tafel stellt das Räderwerk dieser Uhr im Profil vor. Sie ist mit dem Gewichte; Stunden, Minuten und Sekunden sind konzentrisch; die Unruhe hängt an einer Feder und macht in einer Sekunde 4 Vibrazionen.

Die Unruhe liegt in einem kleinen besondern Gehäuse nebst den Rollscheiben; dieses Gehäuse trägt den Steg für die Aufhängung und die Hemmung: diese Einrichtung ist vortheilhaft, weil man alles, was den Regulator angeht, von einem Künstler besonders kann machen lassen. Der Mechanismus der Kompensation ist beinahe dem gleich, wie bei den Uhren No. 2 und 3.

Das Räderwerk dieser Uhr No. 6 liegt in drei großen Gehäusen 1) dasjenige des Gewichts, welches das untere ist, 2) das mittlere enthält einen Theil des Räderwerks und den Regulator 3) das obere Gehäuse für die Räder des Vorlegewerks.

Das Gehäuse des Regulators ist an das große mittlere Gehäuse befestiget. Dieses Gehäuse des Regulators macht zugleich drei kleinere: zwei für die Rollscheiben, und ein größres, was sie verbindet, in dessen Mitte die Unruhe liegt.

Das Gewicht als bewegende Kraft A ist in dem großen Gehäuse B C, welches aus zwei Platten B, C und aus drei Pfeilern B, D, E besteht. Das Gewicht kann in diesem Gehäuse frei steigen und fallen ohne zu schwanken, da es auf drei Seiten vermittelst Rollen a, b an dem Pfeiler B gehalten wird: diejenigen c, d an dem Pfeiler E, und zwei andre, die man nicht sehen kann, laufen auf die nämliche Art an dem Pfeiler D: vermöge dieser 6 Rollen kann das Gewichz frei fallen, ohne an dem Schwanken des Schiffs Antheil zu nehmen.

Das Gewicht hat bei e Sperrkegel. Wenn das Gewicht niederwärts geht, so fangen diese Sperrkegel die Zähne der gezahnten Stange A F so, daß das Gewicht vermittelst eines Gegenstoßes nicht in die Höhe gehen, und also die Schnure die Rolle nicht verlassen kann. Will man die Uhr aufziehen, so muß man solchemnach die gezahnte Stange ausheben, daß die Sperrkegel nicht einfallen. Dies geschieht auf eine sehr einfache Art: die gezahnte Stange A F hat zwei Aerme f, g, welche an die Welle h, i befestiget sind, die an der Platte G des Zifferblatts so wie in derjenigen B des Gewichts befestiget sind. Diese Welle h i trägt den Arm i l, dessen Ende l, welches eine geneigte Fläche hat, zur Seite des viereckigen Ansazzes des großen Zilinderrades lauft, auf welchem sich die Schnure des Gewichts aufwindet. Wenn man die Uhr aufziehen will, so wirkt der Schlüssel auf die geneigte Fläche des Arms l, und entfernt ihn von dem viereckigen Ansazze; die gezahnte Stange wird also auf diese Art außer den Eingriff der Sperrkegel während dem Aufziehen gesezt. So wie man den Schlüssel abzieht, so drükt eine Feder auf die gezahnte Stange und deren Welle, und sezt sie mit den Sperrkegeln wieder in Eingriff.

Das Zilinderrad H liegt mitten in dem großen Gehäuse C I und dessen viereckiger Ansaz steigt in das obere Gehäuse G I des Vorlegewerks bis zur Höhe der geneigten Fläche C. Dieses Zilinderrad H liegt horizontal, so wie alle übrigen Räder. Man hat daher die Schnur wegen ihrer vertikalen Lage über die Rolle K gehen lassen, wo man sie, nachdem sie um die Rolle des Gewichts gegangen, an den Haken m an der Platte C angeschlungen hat.

Damit nun die Uhr während dem Aufziehen des Gewichts fortgeht, hat das Zilinderrad H eine Feder, welche vermittelst der Wirkung des Gewichts gespannt wird; diese Feder liegt zwischen dem Rade und einem Sperr-Rade n, welches sie trägt; ein Ende der Feder wird mit einem Stifte an das Rad H angehalten, und das andre auf gleiche Art an das Sperr-Rad n; dieses kann nicht zurükgehen, wenn man das Gewicht hebt, da es von dem Sperrkegel o, der von der Feder p angedrükt wird, gehalten wird. Wir werden weiter unten die Einrichtung des Zilinderrades besonders bei der Uhr No. 7 erklären. Uebrigens merken wir hier an, daß dieser Mechanismus, wodurch die Uhr während

rend dem Aufziehen fortgeht, demjenigen bereits beschriebnen an der Seeuhr mit Gewicht gleich ist.

Das Zilinderrad H greift in das Trieb r des großen mittlern Rades oder des Stundenrades M, welches in der Mitte des von den Platten C I erhaltenen großen Gehäuses liegt.

Das große mittlere Rad M greift in das Trieb s des kleinen mittlern Rades N in dem Gehäuse des Vorlegewerks vermittelst der Platten G I. Das kleine mittlere Rad liegt im Gehäuse zwischen einem Stege s t unterhalb der Platte I und dem Stege O über der nämlichen Platte.

Das mittlere Rad oder Kronrad N greift in das Trieb u des Sekundenrades; dieses Trieb und Rad liegen im Gehäuse zwischen der Platte I und dem Stege für die Sekunden P, welcher die Räder des Vorlegewerks trägt.

Das Sekundenrad Q greift in das Trieb des Steigerads, welches leztere in der Zeichnung nicht gesehn werden kann: es liegt in dem Gehäuse des Regulators. Das Steigerad wirkt auf einen Zilinder mit zwei Lappen von Rubin. Die Welle des Zilinders trägt einen Rechen, welcher in ein Trieb an der Welle der Unruhe greift. Die Einrichtung dieses Theils werden wir bei der Uhr No. 7 beschreiben.

Das Trieb x des Kronrads N greift in das Minutenrad R, dessen Röhre den Minutenzeiger trägt, und sich um die Röhre des Steges P bewegt.

Das Minutenrad, so eingerichtet wie an Sekundenpendeluhren, trägt gedrang das Rad, welches in das Wechselrad greift: das Trieb z des Wechselrades greift in das Stundenrad S.

T ist der Steg für das Wechselrad, und V derjenige, um dessen Röhre das Stundenrad geht.

X ist der Steg für das Aufhängen der Unruhe; dieser Steg, an welchem oberwärts die Feder zum Aufhängen befestiget ist, befindet sich an der obern Platte M des Regulators vermittelst zwei Schrauben.

Das Gehäuse des Regulators besteht aus zwei großen Platten M Y, die von den Pfeilern Y Z gehalten werden, und aus zwei kleinen Gehäusen für die Rollscheiben vermittelst der Platten Y, 1 und M, 2; A A ist die Unruhe; 3, 4, 5 sind die Rollscheiben, die drei andern Rollscheiben können nicht gesehen werden.

Der Rost der Kompensation BB ist vermittelst zwei Schrauben an den Steg DD befestiget: der Steg CC trägt den großen Kompensationshebel.

Das übrige werde ich bei der Uhr No. 7 erklären, die ganz nach dieser, aber weit einfacher gebaut ist. Die Tafel XII. stellt die Aufhängung und das Gehäuse für die Uhren No. 6 und 7 vor.

## 2. Zahlen der Zähne der Räder und Triebe der Uhr No 6, und einige abweichende Dimensionen von denjenigen No. 7, deren Beschreibung wir nachher liefern werden.

Das Profil dieser Uhr ist genau das nämliche wie Taf. I. Fig. 1. und alle Theile sind nach ihrer wahren Größe verzeichnet; vermöge dieser Figur und nach einigen Dimensionen, die wir hier geben wollen, kann man also diese Uhr bauen; indessen ziehe ich doch zum Modell die Uhr No. 7 vor, welche, wie schon gesagt, auf die nämlichen Grundsäzze gebaut und zugleich weit einfacher ist, und eben diese Vortheile und die wesentlichen Theile von einerlei Dimension mit einander vereiniget. Ich würde dieser Uhr gar nicht erwähnt haben, wenn mit ihr nicht die Versuche auf der See geschehen.

## 3. Zahl der Räder und Triebe und ihre Dimensionen.

Das große Zilinderrad H (Taf. I Fig. 1.) hat 26 Linien im Durchmesser und 160 Zähne: das Trieb des großen mittlern oder Stundenrades hat $3\frac{2}{12}$ Lin. im Durchmesser und 20 Zähne: das Zilinderrad macht in 8 Stunden einen Umgang, und der Zilinder $3\frac{1}{2}$ Umgänge; die Uhr geht also 28 Stunden: der Durchmesser des Zilinders ist $13\frac{1}{2}$ Lin; das große mittlere Rad M hat $19\frac{1}{3}$ Lin. im Durchmesser und 160 Zähne, und macht in einer Stunde einen Umgang; das Trieb des kleinen mittlern oder Kronrades hat $2\frac{1}{2}$ Lin. im Durchmesser und 20 Stäbe; das kleine mittlere Rad N hat $18\frac{3}{24}$ Lin. im Durchmesser und 150 Zähne, es macht in $7'\frac{1}{2}$ einen Umgang und greift in das Trieb des Sekundenrades, welches $2\frac{1}{2}$ Lin. im Durchmesser hält und 20 Stäbe hat: das Sekundenrad Q hat $14\frac{1}{2}$ Lin. im Durchmesser und 120 Zähne und macht in 1 Min. einen Umgang; es greift in das Trieb des Steigerads, welches $2\frac{1}{2}$ Lin. im Durchmesser und 20 Stäbe hat: das Steigerad hat 12 Lin. im Durchmesser und 20 Zähne; es macht in einer Minute 6 Umgänge: das Minutenrad des Vorlegewerks hat 120 Zähne und wird von einem Triebe von 20 Stäben getrieben: das Stundenrad hat 96 Zähne, die Wechselräder 60, das Trieb 8.

Das

Das Trieb der Unruhe hat 40 Stäbe, und $5\frac{1}{24}$ Lin. im Durchmesser. Der Rechen an der Welle des Zilinders der Hemmung hat 94 Zähne und $11\frac{1}{12}$ Lin. im Durchmesser: dieser Rechen greift in das Trieb der Unruhe.

Der Bogen des Hebens der Hemmung ist 45 Grad.

Die Unruhe, die ich zuerst brauchte, hielt $27\frac{1}{2}$ Lin. im Durchmesser, und wog 228 Gran; dafür machte ich aber eine andre, welche 290 Gran schwer war, und 28 Lin. im Durchmesser hielt: der Bogen, den sie beschreibt, ist 130 Grad, die bewegende Kraft hält $6\frac{1}{2}$ Pfund.

## 4. Versuche mit der Uhr No. 6.

Diese Uhr, die erste von den beiden, die ich auf Rechnung des Königs machte, wurde vermittelst der dazu neu verfertigten Instrumente mit aller Sorgfalt bearbeitet.

Nachdem ich eine Spiralfeder von verhältnißmäßiger Stärke gebraucht, so härtete ich sie vermittelst des dazu verfertigten Werkzeugs. Diese Feder machte $2\frac{1}{2}$ Umgänge: ich regulirte erst die Uhr und dann die Kompensation.

Als die Kompensation auf ihren Punkt gebracht war, so untersuchte ich die Uhr mit verschiednen Gewichten, wo ich fand, daß bei Zulegung eines Pfundes die Uhr in einer Stunde um eine Sekunde zu früh gieng.

Nach der ersten Einrichtung der Uhr war das Heben der Hemmung 110 Grad, welches ein sehr schweres Gewicht und eine leichte Unruhe nöthig machte: ich gab dem Triebe der Unruhe statt 30, 40 Stäbe, und da der Rechen einen kleinern Durchmesser hatte, so war das Heben 40 Grad: auch machte ich eine schwere Unruhe, indessen war die bewegende Kraft dazu viel zu klein.

Nachdem ich die Uhr hatte gehen lassen, ohne der Hemmung Oel zu geben, so gieng sie stets immer mehr und mehr langsamer, und die Bögen der Vibrazionen verminderten sich merklich. Oel war also nothwendig, welches ich ihr denn auch gab.

Ich beobachtete einen beträchtlichen Fehler an dieser Uhr, welcher weder vom Gewichte herrührte, weil die Bögen sich nicht veränderten, noch von der Temperatur, die sich wenig verändert hatte: die Verspätung vermehrte sich täglich. Ich gab der Hemmung Oel, um zu sehen, ob es von daher rührte, welches auch wirklich der Fall war.

Dieser Unterschied in dem Gange der Uhr muß einzig dem Oele zugeschrieben werden, was ich der Hemmung gegeben; denn vorher gieng sie zu späte, weil das Oel vertroknet war, und hierauf gieng sie zu früh, da das Oel den Bögen mehr Freiheit gab; so daß also, wenn die Spiralfeder nicht isochronisch ist, die Vibrazionen geschwinder geschehen: dies ist noch ein Fehler meiner Uhren, wenn die Hemmung kein Oel hat, so ist der Widerstand größer. Es ist wahr, daß wenn die Spiralfeder isochronisch war, die Bögen der Vibrazionen vermöge des Oels an der Hemmung größer wurden und wenig in ihrer Dauer abänderten; denn es ist nur der geringe Unterschied in dem Widerstande der Anreibung von dem mehr oder wenigern Oele, ein Unterschied, welcher, wenn er der einzige wäre, angenommen, daß ungleiche Bögen isochronisch wären, wenig Fehler verursachen würde. Noch muß ich anmerken, daß bei dieser Uhr der verschiedene Widerstand in der Hemmung um so merklicher wird, als der Druk der Hemmung verhältnißmäßig nach der Stärke der Bewegung der Unruhe zu groß ist, so daß die geringste Veränderung in diesem Widerstande die Größe der Vibrazionen und selbst ihre Geschwindigkeit verändert. Nun würden diese Fehler nicht Statt haben, 1) wenn die Unruhe größer und schwerer wäre, 2) wenn die Rollscheiben einen größern Durchmesser hätten, 3) wenn die Welle der Unruhe schwächer wäre, 4) wenn das Heben der Hemmung größer wäre, und 5) wenn die Spiralfeder ihrer Natur nach isochronisch wäre.

Ich bemerkte auch oft, daß in dem ersten Augenblikke, wo die Uhr im Gange war, und die Bögen noch nicht alle ihre Größe erlangt hatten, sie zurükblieb, sobald als aber die Bögen größer wurden, sie voreilte.

Als ich die Uhr in horizontaler Lage gehen lassen, war sie regulirt, allein um einige Grade geneigt auf eine oder die andre Seite blieb sie zurük.

Diesen Versuchen, die ich mit dieser Uhr und noch mehr mit derjenigen No. 7 wiederholt habe, bin ich die Entdekkung der Grundsäzze schuldig, um große und kleine Bögen einer jeden Unruhe isochronisch zu machen. Die erste Anwendung davon machte ich an der Uhr No. 6, allein ehe ich eine neue Spiralfeder anbrachte, veränderte ich die Einrichtung des Mechanismus der Kompensation, indem ich der Unruhe einen konzentrischen Hebel beifügte, um den Federhalter zu tragen: ein einziger Hebel hätte mit einer längern Spiralfeder nicht genug Bewegung bewirkt; übrigens da der große Hebel mit der Unruhe nicht konzentrisch war, so konnte er nur einen sehr kleinen Bogen beschreiben, ohne die Spiralfeder zu zerbrechen. Die wirkliche Einrichtung ist also die nämliche wie diejenige, die ich bei den Uhren No. 1, 2 und 3 gebraucht habe, und der ich für No. 8, 9 u. s. f. gefolgt bin.

Ich ließ nach dieser neuen Theorie Spiralfedern für die Uhr No. 6 verfertigen; ich brachte die Feder No. 3 auf die elastische Wage

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| bei 5 Grad | geschah | das | Gleichgewicht | mit | | 5 Gran |
| 10 | = | = | = | = | = | 18 |
| 20 | = | = | = | = | = | 36 |
| 30 | = | = | = | = | = | 54 |
| 40 | = | = | = | = | = | 72 |
| 50 | = | = | = | = | = | 90 |
| 60 | = | = | = | = | = | $108\frac{1}{2}$ |

sollte seyn $108\frac{1}{2}$ Gran Unterschied.

Nachdem ich diese Feder No. 3 an die Uhr gebracht, so waren die Oscillazionen merklich isochronisch; allein sie war etwas zu schwach: nachdem ich sie abgekürzt, um die Uhr zu reguliren und ein Pfund mehr bewegende Kraft gegeben, so waren die großen Bögen um $\frac{3}{4}$ einer Sekunde in jeder Stunde geschwinder als die kleinen.

Ich ließ eine Spiralfeder machen, welche 12 Zoll lang war; sie wog 27 Gran nach meinem Verfahren aufgewunden, und machte $8\frac{1}{2}$ Umgänge; auf der Wage zog sie

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| bei 20 Grad | = | = | = | = | $36\frac{1}{2}$ Gran |
| 40 | = | = | = | = | $73\frac{1}{2}$ |
| 60 | = | = | = | = | $110\frac{1}{2}$ |

Zwar war die Progression nicht vollkommen arithmetisch, allein aus Mangel an Zeit eine andre zu machen, mußte ich sie anwenden, da ich sehr gedrungen ward, meine Uhren zu beendigen, deren Untersuchungen im Herbst geschehen sollten, und mir nur noch wenig Zeit übrig blieb, vor ihrer Ablieferung Versuche anzustellen. Als ich sie an die Uhr angebracht, so richtete ich die Uhr

um 10 St. 23′ in die Stunde und gab ihr noch ein Pfund Gewicht.
um 11 — 23′ verweilte sie um 8″ und ich nahm ihr das Pfund Gewicht wieder.
um 12 — 23′ verweilte sie um 16″.

Da die Oscillazionen merklich isochronisch schienen, so regulirte ich die Uhr.

Als der Regulator beendiget war, so bewegte sich die Unruhe frei während 10 Minuten.

Nachdem ich die Uhr regulirt, und alles, was zur Spiralfeder gehört, beendiget hatte, so beschäftigte ich mich mit eignen Versuchen, die Kompensation betreffend. In dieser Rücksicht war der erste Versuch, den Mechanismus der Kompensation auf seinen größten Punkt zu sezzen, um mich zu versichern, daß mit dieser langen Spiralfeder die Kompensation sehr stark seyn könnte; glüklicher Weise fand sie sich zu stark, ich war also jezt versichert, einen gehörigen Punkt zu finden, und denjenigen, daß weder Wärme noch Kälte die Uhr viel vorgehen oder verweilen lassen könnten.

Nachdem ich den Punkt der Kompensation gefunden, so legte ich meine Uhr aus einander, um sie mit aller Sorgfalt auszupuzzen: ich sezte sie wieder zusammen, und wiederholte nochmals die vornehmsten Versuche. Ich ließ sie, ohne eine Korrektion vorzunehmen, vom 13. September 1768 bis den 8. Oktober gehen, wo ich sie aufs neue unter Eis sezte, ehe ich sie einpakte, um sie nach Rochefort zu übermachen.

## 5. Zustand der Seeuhr No. 6. zu Paris den 13. Oktober 1768 ehe ich sie ins Gehäuse zum Versenden sezte.

Beim Stande des Thermometers 13¾ Gr. Zeiger des Federhalters 28 Grad, Bogen der Vibrazionen 130 Grad.

Als die Uhr zu Rochefort angekommen, war meine erste Beschäftigung ihren Gang zu berichtigen, und die Veränderungen, die der Transport verursacht hatte; allein es war vergeblich, denn ich konnte die Sonne nicht sehen. Ich machte indessen neue Versuche mit Kälte und Wärme, um die Unterschiede zu haben, welche ich erhalten konnte, indem ich den Gang der Uhr mit demjenigen der astronomischen Uhr verglich: bei meiner Zurückkunft nach Paris entwarf ich eine Tafel für die Korrektionen, die ich dem Minister der Marine übergab, um sie den Herren de Fleurieu und Pingre' zu übersenden.

## 6. Korrektionstafel der Uhr No. 6. zu Bestimmung ihres Ganges in verschiedenen Temperaturen.

Die Uhr No. 6. ist bei einer Temperatur von 15 Grad über dem Eispunkt regulirt angenommen; in der Kälte geht sie früher, in der Wärme später nach folgender Tafel

Gra-

| Grade über dem Eispunkt | | | | in 24 Stunden | | | | | Sekunden |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| bei 5° | = | = | = | geht zu früh in 24 Stunden | | | | | $5''\frac{4}{5}$ |
| 7 | = | = | = | = | = | = | = | = | 3 |
| 10 | = | = | = | = | = | = | = | = | 2 |
| 12 | = | = | = | = | = | = | = | = | $0\frac{3}{4}$ |
| 15 | = | = | = | = | regulirt angenommen | | | | 0 |
| 18 | = | = | = | = | geht zu späte | = | = | | $0\frac{3}{4}$ |
| 21 | = | = | = | = | = | = | = | = | 3 |
| 26 | = | = | = | = | = | = | = | = | 8 |
| 32 | = | = | = | = | = | = | = | = | 16 |

7. Auszug des Ganges der Seeuhr No. 6. während dem Versuche auf der See, aus dem Journal, welches Herr de Fleurieu auf Königl. Befehl bekannt gemacht hat.

| | |
|---|---|
| Zu Rochefort vom 14. November 1768 bis 7. Dec. blieb die Uhr ins Mittel gerechnet, nach mittlerer Zeit in 24 Stunden zurück um = | 6,″33 |
| Zu l'Isle d'Aix nach Beobachtungen am 20. December und 18. Jan. 1769 ins Mittel in 24 Stunden zu späte um = = . | 4,″86 |
| Zu Cadix vom 1. bis 4. März täglich zu spät um = = | 5,″61 |
| Zu la Praya täglich zu spät um = = = | 7,″815 |
| Zu Fort Royal vom 11. bis 15. Mai zu spät täglich = | 4,″175 |
| Am Cap François vom 30. Mai bis 10. Junius täglich zu spät um = | 6,″ 12 |
| Zu Angra vom 25. bis 31. Julius zu spät täglich = | 12,″78 |
| Zu Saint Croix vom 18. bis 23. August täglich zu spät = | 14,″05 |
| Zu Cadix vom 4. bis 10. Oktober täglich zu spät = = | 25,″035 |
| Zu l'Isle d'Aix vom 1. bis 13. November zu spät täglich = | 25,″105. |

8. Untersuchung der verschiedenen Ursachen, die die Verspätung bewirken können, während dem diese Versuche angestellt worden, um mit Gewißheit die Größe dieses Fehlers von jeder besondern Ursache aufzufinden.

Als die Seeuhren bei der Zurückkehr mir wieder übergeben wurden, so glaubte ich, ehe ich sie noch aus dem Gehäuse nahm, daß es nöthig sei, eine genaue Unter-

suchung über die Ursachen dieser Veränderungen anzustellen, um sie sicher aufzufinden, und dabei gehörig zu Werke zu gehen. Ich sezte daher folgendes auf, blos um im Allgemeinen die Art anzugeben, wie man bei ähnlichen Fällen zu verfahren hat.

Es zeigte sich in dem ganzen Verlaufe der Untersuchung ein wachsendes Verspäten, wozu zwei Ursachen besonders Anlaß gaben.

1) Bei dem Gange von l'Isle d'Aix bis Cadix wurde des Schiff sehr bewegt, wodurch der Kompensationshebel sehr in Unordnung gebracht wurde, und mithin die Welle eine starke Anreibung erlitten hatte.

2) Vertroknete oder verdikte sich das Oel der Hemmung unmerklich, welches besonders dazu beitrug, daß die Uhr immer mehr und mehr zu späte gieng. Um sich davon zu versichern, muß man die Uhr auf folgende Art untersuchen.

1. Ob Feuchtigkeit und Seeluft nicht Antheil am Räderwerk oder an der Aufhängung haben.

2. Ob sich vielleicht Salze an die Welle der Unruhe angesezt: ist dies der Fall, so muß man den Gang der Uhr beobachten und ihn anzeigen.

In Rücksicht deswegen merke ich hier noch an, daß man weder die Spindel noch die Rollscheiben reinigen muß, ehe man nicht verschiedene andre Versuche angestellt, die ich nachher erklären werde.

Hat man die Welle und die Rollscheiben rein gemacht, so beobachte man nochmals den Gang der Uhr.

3. Sezze man die Uhr vollkommen horizontal auf eine feste Tafel, gebe der Unruhe Bewegung, und dem Orte eine Temperatur von 13 Grad.

4. So sehe man nach, ob der Zeiger des Kompensationshebels auch 13 Grad wie zu Rochefort bemerke; ist dies, so ist es ein Beweis, daß die Verspätung von einer andern Ursache herrührt; ist dies nicht, so lasse man die Uhr gehen, und gebe Achtung, wie groß der Unterschied in 24 Stunden ist; ist dieser aber so viel wie zu l'Isle d'Aix, so hat die Uhr keine Aenderung gelitten, und man lasse sie gehen.

5. Man beobachte die Größe der von der Unruhe beschriebenen Bögen; sind sie kleiner, so entsteht dies aus den Veränderungen des Oels der Zapfen der Rollscheiben oder der Hemmung.

6. Sollte der Zeiger seine Lage verändert haben, so beobachte man den Gang der Uhr, bringe ihn zurük, beobachte den Gang der Uhr nochmals, wo man bald sehen wird, ob dies die Ursache gewesen.

7. Man beobachte den Gang der Uhr in Wärme und Kälte, ehe man noch die übrigen Theile reiniget.

8. Man reinige die Spindel und die Rollscheiben, merke den Gang der Uhr an, und vergleiche sie mit dem vorhergehenden.

9. Kennt man den Gang der Uhr, so gebe man der Hemmung Oel: ist dies die Ursache der Verspätung, so muß die Unruhe gleiche Bögen der Vibrazionen, und einen gleichen Gang wie zu Rochefort halten.

10. Giebt es noch einen Unterschied in dem Gange der Uhr, so entsteht er vom Oele der Zapfen der Rollscheiben, und hat die Unruhe noch nicht ihre Bögen erhalten, so kann auch das Oel des Räderwerks dazu beitragen, welche beide Ursachen hier zusammentreffen können, in welcher Rücksicht man das Räderwerk ohne die Theile der Unruhe aus einander nehme, es reinige und ihm Oel gebe, wo denn der übrige Unterschied blos von den Zapfen der Rollscheiben herrühren wird.

11. In diesem Falle reinige man auch diesen Theil des Regulators und gebe ihm neues Oel, wo der Gang der Uhr wieder der nämliche seyn wird.

12. Ein andrer wesentlicher Versuch wäre, zu untersuchen, ob die Oscillazionen stets isochronisch sind.

Auch könnte man die Uhr in verschiedenen Temperaturen untersuchen und sehen, ob die Oscillazionen stets isochronisch sind, ehe man Veränderungen anbringt, sie reiniget u. s. f.

### 9. Versuche mit der Uhr No. 6. seit der Zurückkehr, um die Ursachen der Veränderungen dieser Uhr zu bestimmen.

1) Die erste Untersuchung, nachdem ich die Uhr aus dem Gehäuse gehoben, war, ob vielleicht Rost oder Salze sich angehängt, allein es fand sich nicht nur nichts davon, sondern auch selbst die Politur hatte ihren Glanz nicht einmal geändert, so daß nicht die geringste Feuchtigkeit innerhalb gedrungen zu seyn schien.

2) Den

2) Den Ausschwenkstift der Unruhe fand ich um 3 Grad rechter Hand seines Zeichens, welches von der Spiralfeder bewirkt worden, die sich durch die Wärme geöffnet, weil sie nach der Aufwindung nicht genug erwärmt geworden.

3) Die Bögen der Vibrazionen waren 115 Grad, da sie doch vor der Abreise 130 Grad gewesen: ein Unterschied von 15 Grad.

4) Ich fand, daß die Spiralfeder nicht vollkommen isochronisch war, denn wenn ich der bewegenden Kraft 2 Pfund zulegte, so blieb die Uhr in 24 Stunden um 24″ zurück, und die Unruhe beschrieb 130 Grad. Ohne diese Zulage an Gewicht beschrieb die Unruhe 115 Grad, und die Uhr verweilte um $41\frac{1}{2}$″ in 24 Stunden, so daß 2 Pfund Gewicht mehr einen Unterschied von $17\frac{1}{2}$ verursachten. Nun rührt dieser Unterschied allein von dem Nicht-Isochronismus der Spiralfeder her, weil die Oele während beider Versuche sich nicht verändert.

5) Nachdem ich der Hemmung Oel gegeben, wurden die Bögen 120 Grad, 5 Grad Unterschied. Die Uhr gieng wenigstens um 8″ später, d. i. sie gieng durch diese Vermehrung um 8″ in 24 Stunden früher. Allein vermöge des vorigen Versuchs verursachte der Nicht-Isochronismus der Spiralfeder $17\frac{1}{2}$″ für $15° = 5\frac{5}{8}$″ für 5°, es bleibt also in Rücksicht des Spätergehens vom Oele $1\frac{4}{8}$″. Man sieht also aus diesem Versuche, daß das Oel, was man der Hemmung gegeben, die Uhr um 8″ in 24 Stunden hat vorgehen lassen, und daß die Vertroknung oder die Veränderung des Oels an der Hemmung seit der Abreise, um so viel hat die Uhr später gehen lassen.

6) Nachdem ich den Ausschwenkstift der Unruhe wieder auf sein Zeichen gesezt, so gieng die Uhr in 24 Stunden um 7″ zu spät, wo ich zugleich die Uhr in das Gehäuse gelegt, und aufgehangen: dies ist also ein beträchtlicher Unterschied, der von der Veränderung der Spiralfeder bewirkt wurde, welche angespannt worden, woraus man zugleich sieht, wie nöthig es ist, ihre Figur fest zu sezzen.

7) Nachdem ich die Hemmung ausgepuzt, und ohne Oel gehen lassen, waren die Bögen 105°, und die Uhr gieng in 24 Stunden um 24″ zu spät.

8) Nachdem ich der Hemmung Oel gegeben, wurden die Bögen 120°, und die Uhr gieng um $5\frac{1}{2}$″ in 24 Stunden zu früh: bei dieser Uhr verursacht also Oel der Hemmung gegeben, einen großen Unterschied in der Größe der Bögen. Der Unterschied in den Bögen ist hier 15°; nun verändert für 15 Grad der Nicht-Isochronismus der Spiralfeder den Gang um $17\frac{1}{2}$″ in 24 Stunden. Der Unterschied nach oben ist $29\frac{1}{2}$″ wenn die Hemmung ohne Oel oder mit Oel geht: es bleiben daher 12″ Unterschied,

wovon

wovon ein Theil dem Spätergehen von der eigenen Anreibung der Hemmung zugehört, wenn sie gar kein Oel hat. Dieser Unterschied ist um so merklicher, als die Unruhe keine große Kraft der Bewegung hat, um diese Anreibungen von dem Drukke und dem Zuge der Hemmung zu überwinden. Der andre Theil von diesen 12″ kommt von einer andern Ursache her: wenn nämlich die Uhr gieng, ohne der Hemmung Oel zu geben, so hatte ich sie blos auf meinen Werktisch gesezt, nachdem ich ihr aber Oel gegeben, so hatte ich sie aufgehangen: nun muß in diesem leztern Falle die Unruhe die größten Bögen beschreiben, wenn die Uhr fest steht, sie geht daher zu früh.

9) Nachdem die Hemmung gereiniget worden, und ich ihr Oel gegeben, so beschrieb die Unruhe 120°, und als sie nach Rochefort abgieng, 130°: dieser Unterschied von 10° kommt also von Veränderungen in dem Oele des Räderwerks, der Zapfen der Rollscheiben, von der Anreibung u. s. f.

10) Nachdem ich die Unruhe frei ohne Hemmung gehen lassen, so dauerte ihre Bewegung 10″.

## 10. Verbesserungen an der Uhr No. 6. um ihr die größte mögliche Vollkommenheit zu geben.

1) Die größten Fehler dieser Uhr geschahen von den Veränderungen des Oels der Hemmung, und von dem zu großen Drukke des Hemmungsrades auf den Zilinder, ein Druk, der um so größer ward, als der Zilinder vermittelst des Rechens einen kurzen Weg durchlief, welcher diesen Raum vervielfachte: dieser Rechen war daher sehr hinderlich; indessen ehe ich noch das Mittel gefunden, große und kleine Oscillazionen der Unruhe isochronisch zu machen, war der Rechen nothwendig, damit der Spielraum der Welle der Unruhe nicht die Größe der Bögen veränderte, wie es der Fall bei der See-Taschenuhr No. 3. war. Man muß daher den Rechen und das Trieb der Unruhe wegnehmen, und die Hemmung unmittelbar auf die Welle wirken lassen, wie bei No. 3, wo bei der nämlichen Hemmung weniger Fehler sich ereignen werden, welches nicht nur weniger Arbeit macht, sondern man vermeidet auch die Anreibung des Eingrifs, wenigstens diejenige der zwei Zapfen der Welle des Rechens.

2) Die Uhr würde noch eine größere Vollkommenheit erlangen, wenn man bei dem nämlichen Regulator eine Hemmung anbringen könnte, welche die Oscillazionen nicht veränderte, und kein Oel brauchte, dergleichen meine freie Hemmung ist.

3) Die Welle der Unruhe ist viel zu stark, und verursacht mithin viel Anreibung: man müßte daher die Theile dieser Welle, welche zu Zapfen dienen, auf $\frac{5}{12}$ einer

Linie zurückbringen, anstatt daß sie eine Linie im Durchmesser haben: an der Seetaschenuhr sind sie eine halbe Linie. Ich hätte diesen Zapfen einen größern Durchmesser gegeben, damit sie auf die Rollscheiben keine Abschleifung bewirken möchten, allein ich habe seitdem aus Erfahrung gesehen, daß dies nicht Statt findet.

4) Die Versuche, die wir angeführt haben, beweisen, daß große und kleine Bögen, die von der Unruhe beschrieben werden, nicht isochronisch sind, und daß man sie folglich verbessern, oder die Spiralfeder verändern müsse. Ich merke hier noch in Rücksicht der Spiralfeder an, daß man sich, wie ich bei No. 6. gethan, nicht begnügen lassen müsse, den Gang der Uhr mit einerlei Gewicht blos eine Stunde lang zu beobachten, sondern daß man dazu wenigstens 12 Stunden anhalten müsse: die Brüche, welche man bei einer einzelnen Stunde übersieht, verursachen in 24 Stunden einen merklichen Fehler. Vermöge dieser Ursache hatte mir die Spiralfeder No. 6. hinreichend isochronisch geschienen, indessen hat bei der Uhr No. 6. eben die Veränderung von der Figur der Spiralfeder den größten Fehler bewirkt.

5) Ein wesentlicher Umstand, um sich der fortdauernden Genauigkeit des Ganges einer Seeuhr zu versichern, würde seyn, die Federn ganz aufgewunden zu härten, wie ich bereits bei No. 1. und selbst zuerst bei den Uhren No. 6. 7 und 8 gethan: dies würde die Figur der Spiralfeder unveränderlich machen.

6) Die Rollscheiben bei No. 6. befinden sich an dem Ende der Wellen, um den Spielraum zu verhindern, den die Spiralfeder und das Trieb der Unruhe haben dürften, wenn sie von den Rollscheiben entfernt wären. Nun geschieht es vermöge dieser Einrichtung, daß die Zapfen von der Seite der Rollscheiben gedrängt werden. Man wird aus der Uhr No. 9. sehen, wie ich diesen Fehler vermieden habe, wodurch ich denn auch in Stand gesezt worden, die Zapfen der Rollscheiben schwächer zu halten, und folglich die Anreibung und den Widerstand vom Oele zu vermindern: eine solche Verbesserung wäre bei No. 6. wesentlich erforderlich.

7) Die gezahnte Stange an der Uhr, um die Gegenstöße des Gewichts zu verhindern, ist ganz unnüz. Ich bin diesem Zufalle, welcher nicht Statt haben kann, an der Uhr No. 7. durch ein sehr einfaches Mittel zuvor gekommen. Man erspart 6 Rollen des Gewichts, welche die Pfeiler herabrollen: einfache Stege sind gleich gut.

8) Bei der Bauart einer ähnlichen Uhr müste man auch wie bei No. 7. alle Räder des Vorlegewerks weglassen, welches zugleich die Arbeit sehr abkürzt.

9) Bei Bearbeitung einer neuen Uhr nach den Grundsäzzen von No. 6. müste man den Durchmesser der Unruhe und der Rollscheiben größer nehmen. Die Unruhe kann

kann 36 Linien im Durchmesser halten, und die Rollscheiben nach Verhältniß. Man würde ihr folglich eine größere Kraft der Bewegung geben, und zu gleicher Zeit die Anreibung vermindern, wo denn folglich die Uhr einen ungleich genauern Gang erhalten würde. Die Fehler von der Kälte während des Versuchs auf der See, rühren ganz allein davon her, indem sich das Oel verdikt und dieses die Bögen der Vibrazion vermindert hat, die Uhr hat also zu spät gehen müssen, indem kleine Bögen aus Mangel an Isochronismus langsamer sind als große.

10) Der Mechanismus der Kompensation bei No. 6 und 7. ist zu sehr zusammengesezt, und nicht hinreichend feste. Ich bin diesem Fehler bei meinen neuern Uhren zuvorgekommen, wie man bei No. 8 und 9 sehen wird.

11) Man muß einer Rollscheibe sowohl im obern als untern Gehäuse Stege geben, damit die Welle der Unruhe hinreichend Spielraum erhalten könne.

12) Eine wesentliche Verbesserung bei dem Baue einer neuen Seeuhr ist die Einrichtung der Aufhängung, so daß sie stets senkrecht und feste hängt.

## II. Verbesserung an der Seeuhr No. 6. vor ihrem Abgange nach Indien.

Kaum hatte ich die Versuche nach der Zurückkehr meiner Uhren beendiget, als ich von dem Minister der Marine den Auftrag erhielt, die Uhr No. 6. dem Herrn Abbe' de Rochon, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, und Astronom der Marine, zu übergeben, um sie auf einer Reise zu untersuchen, die er nach Indien auf Befehl des Königs unternahm. Es blieb mir daher wenig Zeit übrig, um die angezeigten Verbesserungen daran zu machen, wovon ich nur die am meisten wesentlichen anbringen konnte.

Ich ließ daher eine Spiralfeder 12 Zoll lang $1\frac{7}{12}$ Linien breit und 36 Gran schwer machen. *) Nachdem ich sie sorgfältig aufgewunden, so machte sie bei 8 Linien im Durchmesser $8\frac{1}{4}$ Umgänge; bei 5 Grad der Wage zog sie $9\frac{1}{2}$ Gran, bei 10 Grad $19\frac{1}{2}$ Gran, bei 60 Grad 120 Gran, sie zog also 6 Gran zu viel bei 120 Grad, auch gieng die Uhr um 2″ alle Stunden früher bei großen als bei kleinen Bögen. Ich schwächte sie daher äußerlich zu verschiedenen Malen, und fand endlich, daß, nachdem ich sie etwas kürzer gemacht, sie das dem Isochronismus nähernde Verhältniß erhalten. Jezt zog



*) Dies ist blos von derjenigen Spiralfeder zu verstehen, die wirklich angewendet worden: eine Menge andrer, die ich machen lassen, waren vom Isochronismus zu weit entfernt.

sie $10\frac{1}{4}$ Gran bei 5 Grad, so daß die Spiralfeder für die Unruhe zu stark war. Um mich eben dieser Spiralfeder und Unruhe zu bedienen, ward ich genöthiget, Massen an die Unruhe anzubringen, um ihr die für die Spiralfeder angemessene Schwere zu geben, welche ich denn nach dem beschriebenen Verfahren bestimmte, damit die Uhr regulirt war: so wog die Unruhe mit den Massen 311 Gran.

Die Veränderung der Spiralfeder nöthigte mich, den Mechanismus der Kompensation abzuändern, weil dieser Mechanismus jezt sowohl von dem Unterschiede in der wirklichen Länge der Spiralfeder, als auch vermöge ihrer von der alten verschiedenen Figur nothwendig Abänderungen erlitt. Ich muste daher die Versuche über die Kompensation wiederholen, und eine Tafel für die Aequation der Temperatur entwerfen.

Bei einem Versuche zu Auffindung des Punkts der Kompensation, als die Uhr so erwärmt war, daß das Thermometer auf 28 Grad gestiegen, fand ich, daß der Stift der Unruhe von dem Zeichen abgewichen, ein wesentlicher Fehler, weil er zu einem noch größern Irrthum auf der Reise nach Amerika Gelegenheit gegeben. Wir bemerken hier noch, daß dieser Fehler der Spiralfedern nothwendig erfordert, daß man sie aufgewunden härte, wie ich vorher schon gethan.

Die Jahreszeit, als ich diese Versuche anstellte, war keine der günstigsten. Es war im Monat April, wo das Thermometer auf 11 Grad stand, und es war mir wegen Kürze der Zeit nicht möglich, diese Maschine einer Temperatur unter 11 Grad vermittelst künstlicher Kälte auszusezzen. Da sie in ein warmes Land kam, so suchte ich besonders ihren Gang unter 18 und 24 Grad zu berichtigen, als denen sie besonders ausgesezt war. Folgende ist die neue Aequationstafel der Temperatur.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Bei 11 Grad des Thermometers | = | = | 0 Korrektion | | |
| Bei 18 der Uhr zu früh um | = | = | $2''\frac{1}{10}$ | in 24 Stunden | |
| Bei 24 = = | = | = | $3''\frac{1}{2}$ | = | = |
| Bei 29 = = | = | = | $7''\frac{1}{35}$ | = | = |

Nachdem die Kompensation regulirt worden, untersuchte ich die Uhr, indem ich sie mit verschiedenem Gewichte gehen ließ, um gewiß zu seyn, bis zu welchem Punkte die Spiralfeder isochronisch blieb, und ich fand, daß wenn die bewegende Kraft 2 Pfund weniger hatte, die Uhr um $\frac{1}{2}$ Sekunde in $2\frac{1}{4}$ Stunden zu spät gieng. Dieser Versuch geschahe den Abend vor ihrem Abgang, ich konnte ihr daher keine größere Vollkommenheit geben. Während dem ich mit Anbringung einer andern Spiralfeder beschäftiget war, ließ ich noch verschiedene Verbesserungen an der Aufhängung nach folgenden Bemerkungen machen.

12. Be=

## 12. Bemerkungen über die Wirkung der Aufhängung.

Zuerst als ich meine Uhren machte, suchte ich ihrer Aufhängung alle Vollkommenheit zu geben, die ich nöthig glaubte, um die Uhr merklich horizontal zu erhalten; allein ich wußte noch nicht, was dazu erforderlich war, als seitdem ich aus Erfahrung gesehen, daß eine sehr geringe Neigung der Uhr die Größe der Vibrazionen, und folglich ihre Dauer abänderte; woraus denn folgt, daß die Aufhängung so beschaffen seyn müsse, daß die Uhr stets vollkommen horizontal hänge, oder daß sie schnell diese Lage wieder erhalte, was aber immer sehr schwer zu erhalten ist; denn sind die Anreibungen der Aufhängung sehr geringe, und wie mit dem Knie, so wird die Uhr auf dem Lande zwar vollkommen horizontal bleiben, allein auf dem Schiffe wird sie Oscillazionsbewegungen wie diejenigen eines Pendulum erhalten. Dies sind die beiden Fehler, die man vermeiden muß. 1) Wenn die Uhr sehr frei aufgehangen ist, so wird sie, wenn sie keine Bewegung erhält, einerlei horizontale Lage behalten, bei Schwankungen hingegen oscilliren; 2) ist die Aufhängung nicht frei, so wird sie nie sicher und vollkommen einerlei horizontale Lage annehmen, indessen aber wird sie von der andern Seite wieder keine Oscillazionsbewegung haben; dieserwegen hatte ich denn bei meiner ersten Seeuhr absichtlich Federn angebracht, um eine Anreibung zu bewirken, und damit das Schiff während dem es sich um die Uhr bewegte, sie niemals Oscillazionen machen ließe, welches auch nie geschehen, wie ich aus verschiedenen Versuchen gesehen. Diesem Grundsazze bin ich bei der Aufhängung aller meiner Seeuhren gefolgt, und ist mir sehr wohl gelungen; indessen würde doch, wenn die Uhr zu Lande ruhig hieng, ihr Gang von demjenigen zur See verschieden seyn, weil auf der See die Schwankungen, welche stets und nach allen Richtungen geschehen, die Uhr eine mittlere und gleichförmige Lage nehmen lassen, anstatt daß auf der Erde die Anreibung, die der Schwere des Gehäuses widersteht, ihr eine etwas geneigte Lage giebt, die sie beständig behält, bis daß man an die Maschine stößt, und man sie solchemnach eine entgegengesezte Neigung, oder eine genaue horizontale Lage nehmen läßt; man fühlt, daß dies von der Wirkung abhängt, die man dem Gehäuse beim Aufziehen der Uhr giebt. Hat nun der Regulator der Uhr nicht die Eigenschaft, die Oscillazionen bei geringem Unterschiede in den Bögen, die er beschreibt, isochronisch zu machen, so sieht man leicht, daß die Uhr bei dieser Neigung des Gehäuses früher oder später gehen werde, eine Neigung, die wie schon gesagt habe, auf der See nicht Statt hat, wegen welcher Ursache ich denn auch beständig verlangt habe, daß Versuche mit diesen Uhren auf Schiffen selbst gemacht würden, weil man da ihren Gang berichtigen kann, wo sie in Umständen sich befinden, wozu sie eigentlich dienen sollen. Ich glaube zwar, daß es möglich seyn wird, Uhren zu machen, deren Gang sich zu Lande und auf der See gleich erhält, allein da dies noch nicht der Fall ist, so muß man sich gegenwärtig besonders darauf einschränken. Eine andere Ursache ist, daß die verschiedene Art, wornach das Ge-

 häuse

häuse auf dem Lande und zur See befestigt wird, es sei nun mit elastischen Federn, oder an festen Wänden, den Gang dieser Maschinen abändern kann, indem man die Unruhe solchemnach größere oder kleinere Bögen beschreiben läßt. So wird eine astronomische Uhr, welche fest an einer Wand hängt, oder lokker an einem Nagel, im erstern Falle größere, im zweiten kleinere Bogen beschreiben. Eine andre Ursache, welche die horizontale Lage des Gehäuses abändert, ist das Gewicht, welches so wie es schief herabfällt, nach Verhältniß des Punkts der Aufhängung und des Mittelpunkts der Schwere des Gehäuses nothwendig die Linie des Mittelpunkts der Schwere abändert, und das Gehäuse neigt. Es ist wahr, daß dieses blos einen Fehler verursachen kann, der täglich auf gleiche Art wiederholt wird, und eben dieserwegen weiter von keiner Folge ist; allein es ist doch nöthig, alles das zu untersuchen, was bei allen Fällen der Bewegung dieser Maschinen sich ereignet, um Verbesserungen zu machen, welche diese Wirkungen ersezzen. Was die Wirkung der Aufhängung anbetrift, von der wir geredet haben, so ist das sicherste Mittel um zu verhindern, daß die kleinen Veränderungen in der horizontalen Lage des Gehäuses keine Veränderungen auf die Uhr bewirken, dahin zu sehen, die Oscillazionen isochronisch zu erhalten, ohnerachtet die Bögen der Vibrazion der Unruhe in ihrer Größe veränderlich seyn dürften, und der Aufhängung diejenige Vollkommenheit zu geben, daß die Lage so weit als möglich stets horizontal bleibe.

## III.

## Die Seeuhr No. 7. *)

Die Grundsäzze der Bauart der Seeuhr No. 7. sind genau die nämlichen wie No. 6. Die Unruhe hat einerlei Schwere und Durchmesser, macht in einer Sekunde vier Vibrazionen und hängt an einer Feder; eben so ist auch der Mechanismus der Kompensation, und die bewegende Kraft die nämliche, allein ohne gezahnte Stange; auch die Hemmung ist beinahe die nämliche, der einzige Unterschied besteht in der Vertheilung des Räderwerks, welches einfacher ist. Das Vorlegewerk habe ich ganz weggelassen **).

### 1. Beschreibung der Seeuhr No. 7.

Die 1. Figur Taf. II. stellt das Profil des Räderwerks No. 7. vor, außer dem Gehäuse. A ist die bewegende Kraft, welche drei Stege B B B trägt, deren eingeschnittene Ende die Pfeiler E E E umfassen. Auf der messingenen Platte des Gewichts A sind drei Ein=

*) Das. S. 250.

**) Diese Uhr war die zweite vom König bestellte; ich bauete aber nachher eine andre No. 8., der ich mehr Vollkommenheit gab, wie man in der Folge sehen wird.

Einschnitte, womit sie die Pfeiler halb umgeben, und wodurch der Spielraum der Gewichte aufgehoben wird, und sie doch frei fallen können.

Die Pfeiler des Gewichts sind an der Platte G angenietet, und werden an der Platte H mit Stiften befestiget, welches die Platte für das Gehäuse des Regulators ist.

An dem Gewichte A ist die Rolle, um welche die Schnure geht. Diese Schnure a geht über die Wechselrolle, und windet sich um den Zilinder b c des großen Rades K, welches in 12 Stunden einen Umgang macht und als Stundenrad dient, woran auch das Stundenzifferblatt sich befindet.

Die auf das Zifferblatt gestochenen Stunden leuchten durch die Platte LL vor, wo ein Zeiger befestiget ist, welcher die Stunden zeigt.

Das große Zilinderrad K hat eine Hülfsfeder, welche dient, die Uhr während dem Aufziehen im Gange zu erhalten; e ist das Sperr-Rad dieser Feder, f der Sperrkegel, g die Feder des Sperrkegels.

Das große Rad K greift in das Minutentrieb h, dessen verlängerter Zapfen i den Minutenzeiger trägt, welcher die Minuten an einem exzentrischen Zifferblatte zeigt.

Das Trieb h trägt das Minutenrad M, dieses greift in das Trieb l des kleinen mittlern Rads N, welches sodann in das Trieb m des Sekundenrades greift, und mit der großen Platte L konzentrisch ist, der verlängerte Zapfen n dieses Triebs hat den Sekundenzeiger.

Das Sekundenrad innerhalb dem Gehäuse LO liegt in der Platte O und wird von der Wechselrolle F und dessen Stege verdekt. Das Sekundenrad greift in das Trieb o, dessen Welle das Steigerad P trägt.

Das Steigerad wird von der obern Platte Q des Gehäuses des Regulators getragen, und von dem Stege R, welcher quer durch eine Oefnung zu diesem Entzwekke in der Platte O geht, damit es in das Sekundenrad greifen könne, welches innerhalb dem großen obern Gehäuse für das Räderwerk liegt.

Das Steigerad P greift in den Zilinder p, dessen Welle den Rechen trägt, welcher in das Trieb der Unruhe greift; beide haben hier nicht vorgestellt werden können.

Der Steg S der Aufhängung der Unruhe ist an der Platte Q des Regulators befestiget, und geht in das Gehäuse des Räderwerks: q ist die Feder der Aufhängung der Unruhe.

Die

Die Unruhe T an der Feder q aufgehangen, bewegt sich zwischen 6 Rollscheiben 1, 2, 3 und 4, 5, 6 zwischen den Platten QV und YZ. Diese zwei Gehäuse der Rollscheiben und dasjenige QZ machen zusammen das Gehäuse des Regulators; es ist mit drei Schrauben an die große Platte H befestiget.

Der Mechanismus der Kompensation liegt zur untern Seite der großen Platte H. AA ist der Rost der Kompensation, die an dem Stege BB befestiget ist: der große Hebel CC bewegt sich zwischen dem Stege DD und der Platte H. Dieser Hebel theilt vermöge seines kleinen Hebels t den messingenen mittlern Stäben des Rostes vermöge einer Art von Scharnier sich mit.

Das verlängerte Ende des großen Hebels trägt einen Zeiger oder Nonius r, welcher den Weg des Federhalters auf dem Limbus s bemerkt.

Die 2. Figur Taf. III. stellt den Grundriß des Räderwerks über der zweiten Platte des Räderwerks vor. A ist das große Rad, B das Stundenzifferblatt, CD die Hülfsfeder, deren Ende C vermittelst eines Stifts an das Sperr-Rad befestiget ist, das andre Ende D aber an das Kreuz des Rades A: E ist der Sperrkegel des Sperr-Rads der Hülfsfeder.

F ist die Wechselrolle für die Schnure des Gewichts: sie bewegt sich zwischen den Stegen aa, bb die an der Platte befestiget sind.

Die Schnure des Gewichts liegt um den Zilinder, geht über die Wechselrolle, sodann über die Rolle des Gewichts, und das Ende wird an den Haken unterhalb der großen Platte der Kompensation geschlungen.

Das Zilinderrad A greift in das Trieb a des Minutenrads G, welches den Minutenzeiger trägt, dieses in das Trieb b des kleinen mittlern Rads H, und dieses in das Trieb C des Sekundenrads, welches den Sekundenzeiger trägt, und in das Trieb d des Steigerads K greift, welches mit dem Zilinder L die Hemmung macht, dessen Welle den Rechen M trägt, und in das Trieb N der Unruhe greift.

Die punktirten Zirkel 1, 2, 3 stellen die Lage der Rollscheiben vor, zwischen welchen sich die Unruhe bewegt.

Die 3. Figur enthält den Mechanismus der Kompensation. Unter der dritten großen Platte AB ist der Rost der Kompensation, dessen Ende B frei, dasjenige A aber durch zwei Schrauben an den Steg C befestiget ist, der sich vermitelst der Schraube a an der Platte befindet: der Theil b des Rostes ist ein Absaz, welcher an dem verlängerten

Ende

Ende der messingenen mittlern Stäbe fest ist. Dieser Absaz macht eine Art von Scharnier mit dem Gehäuse c, das durch eine Schraube an der runden Welle d fest ist, welche den kleinen Hebel des großen Hebels D d macht: dieser Hebel hat den Mittelpunkt seiner Bewegung bei e zwischen der Platte und dem Stege E; der große Hebel D enthält den Federhalter f, welcher auf die Spiralfeder G wirkt.

Der kleine Hebel d hat noch einen zweiten Schieber g, welcher eine Stellschraube F trägt, welche in den Schieber g geht, und dessen Ende auf den Schieber c wirkt, um ihn vermittelst der Stellschraube unmerklich zu bewegen, wenn man die Schraube des Schiebers c nachläßt und diejenige des Schiebers g anzieht. Vermöge dieser Einrichtung kann man die Wirkung des Rosts auf den Hebel D d mehr oder weniger empfindlich machen, und die Kompensation vermehren oder vermindern; weil, indem die Ausdehnung und Zusammenziehung des Rosts die nämliche bleibt, sie auf einen größern oder kleinern Halbmesser des Hebels d wirkt, und folglich den Federhalter einen größern oder kleinern Weg durchlaufen läßt.

Außer dieser unmerklichen Bewegung der Kompensation kann man auf einmal den Schieber c dem Mittelpunkte e des großen Hebels viel nähern. In dieser Rücksicht kann sich der Steg C des Rosts wie ein Schieber vermittelst des Einschnitts h und der 4 Stifte an der Platte um den Theil H zu tragen, bewegen: wenn man also die Schraube a losmacht, welche den Steg anzieht, und die beiden Schrauben der Kästchen c, g, so kann man den Berührungspunkt oder das Scharnier c b ganz gegen den Mittelpunkt der Bewegung e des Hebels d oder seinem Ende nähern. Man bedient sich dieser großen Bewegung für große Unterschiede in der Kompensation, und derjenigen der Stellschraube F für kleine Unterschiede. Der Kopf der Stellschraube ist graduirt und das Kästchen g hat einen Zeiger i, welcher den Weg für das Kästchen c vermittelst der Stellschraube F bemerkt.

Das Ende l des großen Hebels D der Kompensation trägt den Zeiger l m, dessen Ende m graduirt ist, und mit dem Limbus I einen Nonius macht; durch dieses Mittel schäzt man genau den kleinsten von dem Federhalter f durchlaufenen Weg.

Der Kloben K der Spiralfeder ist an dem äußern Ende der Spiralfeder vermittelst eines Stifts n gewöhnlicher Weise befestiget: dieser Kloben hat einen Einschnitt für das Einlegen der Spiralfeder jedoch ohne Zwang.

Der Steg L trägt unterwärts einen zweiten Federhalter, welcher zu Regulirung der Uhr vermittelst der Schraube o dient, welche die Spiralfeder mehr oder weniger anzieht, und ihr die Freiheit verschafft, sich gegen den Schieber D und den Kloben K zu beugen.

1, 2, 3 sind Schraubenköpfe an der großen Platte des Gehäuses des Regulators, wo man zum Theil quer die Oeffnung MN in der großen Platte der Kompensation sieht. Auch ist unterhalb der Platte des Regulators der Kloben der Spiralfeder K, so daß, indem man die Schrauben 1, 2, 3 wegnimmt, alles, was zur Kompensation gehört, an der großen Platte befestiget bleibet, und alles, was zur Unruhe gehört, an dem Gehäuse des Regulators, die Spiralfeder unterwärts, und oberwärts die Aufhängung der Unruhe der Hemmung.

p, q, r sind Stege von Stahl unterhalb der untern Platte des Regulators mit Schrauben befestiget, für die Spizzen der Zapfen der Rollscheiben und ihre Anreibung zu vermindern.

4, 5, 6 sind Löcher in der großen Platte für den Durchgang der Pfeiler des untern Gehäuses der Rollscheiben.

O ist der Haken für das Anhängen der Saite des Gewichts; dieser Haken O (Fig. 6. Taf. III.) ist an einer Feder OQ befestiget, die über der Platte bei A fest ist. (Fig. 1.) Die Verrichtung dieser Feder ist, die Saite stets angespannt zu erhalten, im Falle wo das Gewicht Stöße erhalten dürfte, so daß die Saite nicht aus der Rolle gehn kann. Dies ist das einfache Verfahren, anstatt der gezahnten Stange, indessen finden vielleicht dergleichen Stöße nie Statt. P (Fig. 3.) ist ein Einschnitt an der Platte für den Durchgang der Saite.

Figur 1. Taf. III. enthält die Theile über der Kompensationsplatte. A ist die Feder, welche den Haken für das Ende der Saiten des Gewichts trägt: BC ist die obere Platte des Gehäuses des Regulators, welche den Steg für die Aufhängung der Unruhe, den Rechen L und das Steigerad F trägt: diese Theile sind nur angedeutet, da sie Taf. X. einzeln abgebildet sind. G, G, G sind Pfeiler für das Gehäuse, wo dasjenige des Regulators sich befindet, und H, H, H Löcher für die Zapfen der Pfeiler des Gehäuses des Gewichts.

Die 1. Figur Taf. IV. zeigt alle vorzügliche Theile der Uhr. A ist die Schnure des Gewichts, B die Wechselrolle der Schnure, C der Zilinder, D das große Zilinder- oder Stundenrad, E das Zifferblatt der Stunden, F der viereckige Ansaz zum Aufziehen, a das Minutentrieb, b der Zapfen für den Minutenzeiger, G das Minutenrad, bb Trieb des kleinen mittlern Rades, H das kleine mittlere Rad, c Sekundentrieb, dessen verlängerter Zapfen den Sekundenzeiger d hält, I das Sekundenrad, e Trieb des Steigerads, K der Steg dieses Rades, L Steigerad, M der Zilinder, N der Rechen, O Trieb der Unruhe, f Feder zur Aufhängung der Unruhe, g, g Zapfen der Welle der Unruhe

Unruhe, P die Unruhe, Q die Spiralfeder, R der Federhalter, S T der große Kompensationshebel, h Zeiger oder Nonius, i eingetheilter Limbus, V Rost der Kompensation.

A (Fig. 2. Taf. I.) ist die Unruhe auf ihrer Welle a b; der obere Theil a der Welle geht gedrang an das Loch des Triebes B der Unruhe; dieses Trieb ist mit der Welle durch einen Stift quer durch die Röhre des Triebs und der Welle verbunden: das untere Ende b der Welle der Unruhe geht gedrang in das Loch der Röhre e, welche die Spiralfederrolle C trägt: diese Röhre sieht man bei d im Großen und ist von Stahl, die Spiralfederrolle D geht oberhalb gedrang an, und ist dieserwegen aufgeschnitten, um sie abgesondert von der stählernen Röhre d nach Willkühr wenden zu können, diese ist am Ende b der Welle und mit einem Stifte befestiget, um die Spiralfeder abgesondert von der Welle der Unruhe abnehmen zu können, wenn man den Stift wegnimmt: auch kann man sie ganz mit der Rolle wegnehmen, wie bei C.

Figur 3. Taf. I. ist die Unruhe im Grundriß.

Die 1. Figur Taf. V. stellt das Profil des Gehäuses des Regulators vor, und aller dazu gehörigen Theile, so wie es an die Platte der Kompensation befestiget wird. A ist der Steg zum Aufhängen der Unruhe. Fig. 2. ist der nämliche Steg. Der kleine Steg b dient den Backen der Feder a der Aufhängung fest zu halten; dieser Backen (Fig. 4. Taf. III.) besteht aus zwei stählernen Theilen c, d, zwischen welchen das Ende der Feder a liegt, und durch zwei Schrauben 1, 2 befestiget wird. Die untern Enden machen eine Art von Zapfen und dienen als Mittelpunkt der Feder.

Das untere Ende e der Feder ist eben so wie das obere befestiget; dieser Backen B ist für den Durchgang eines stählernen Steges C (Fig. 1. Taf. V.) gebogen, welcher die Feder vor dem Zerbrechen bewahret: der Handgriff an dem Backen B (Fig. 4. Taf. III.) hat ein Loch, wodurch gedrang die Röhre D des Triebs der Unruhe geht, dessen Loch an das obere Ende der Welle der Unruhe geht; eben dieser Stift für das Trieb um die Welle geht auch quer durch die Röhre der Biegung, so daß diese 3 Theile sich nicht besonders bewegen können: die Platte E ist diejenige des Backens, die auf der Biegung durch die Schrauben 3, 4 befestiget wird.

Der Steg F (Fig. 1. Taf. V.) ist zugleich derjenige des Steigerads G und des Zilinders H; f ist das Gegengewicht für den Rechen I, welcher in das Trieb der Unruhe D greift; 1 2 3 4 5 6 sind die Rollscheiben, zwischen welchen die Zapfen g h der Unruhe K laufen; L ist der Spiralfederkloben und i die Spiralfeder; die Spizzen aller untern Zapfen der Rollscheiben laufen auf stählernen Plättchen wie l m n.

Fig. 2. Taf. II. enthält den Grundriß oberhalb der obern Platte des Regulators. A A ist der Steg für das Aufhängen der Unruhe, D ist das Trieb der Unruhe, B ist der obere Theil der Biegung des Bakkens, C der stählerne Steg, damit sich die Unruhe nicht hebe, G das Steigerad, H der Zilinder oberhalb, I der Rechen, f dessen Gegengewicht. Das Zilinderrad G hat beinahe die Gestalt wie die übrigen Zilinderräder mit geneigten Flächen, es ist von Stahl und sehr gehärtet. Vermöge dieser Einrichtung des Rades sieht man, daß der Zilinder nicht große Bögen beschreiben kann, welche blos von dem Rechen vervielfacht werden.

Die Lappen des Zilinders sind von orientalischem Rubin, wodurch ich die Anreibung vermindern wollte; diese zilindrischen Lappen a, b. Taf II. Fig. 3. werden an die Welle des Zilinders A vermittelst zwei messingener Plättchen C D befestiget, an denen innerhalb Fugen für die Stärke der Lappen gedreht sind; die Platte C wird mit der Welle des Zilinders A zentrirt, und ruht auf c unterhalb der Platte des Zilinders, wo sie durch eine Schraube befestiget wird; die Platte D wird auf gleiche Art bei f vermittelst einer Schraube befestiget, die man anzieht, nachdem man die Lappen in die Fugen eingelegt; die kleinen Stifte am Boden der Fugen dienen, daß die Lappen nicht weichen. Die Welle des Zilinders A ist von gutem Stahl bearbeitet, und hat die Gestalt eines Handgriffs für den Durchgang des Steigerads.

Fig. 4. Taf. II. ist der Zilinder A nebst dem Lappen so wie er den Rechen vermittelst der Röhre aufnehmen kann, die gedrang an die untere Welle angeschoben wird.

Fig. 4. Taf. XI. ist die untere Fläche der untern Platte des Regulators, welche oberhalb der Kompensationsplatte befestiget wird, L ist der Spiralfederkloben, i die Spiralfeder, a b c stählerne Plättchen für die Spizzen der Zapfen der Rollscheiben, d e f Enden der Zapfen der Pfeiler des Gehäuses der Rollscheiben.

Fig. 2. Taf. XI. ist die obere Fläche der untern Platte des Regulators, a b c Rollscheiben.

Fig. 4. Taf. V. zeigt die untere Platte des Regulators im Profil. A A ist diese Platte nebst den 4 Pfeilern, B ist die kleine Platte, welche mit der großen A B das Gehäuse für die 3 untern Rollscheiben der Unruhe bildet; C C (Fig. 3.) ist die obere Platte des Regulators; die kleine Platte D macht mit derjenigen C C das Gehäuse der 3 obern Rollscheiben für die Unruhe.

Fig. 5. Taf. V. stellt die bewegende Kraft der Uhr im Grundriß auf dem Gehäuse des Gewichts vor, A A ist das Gewicht, B B die Platte, die es trägt, welche bei C C C eingeschnitten ist, wo sie in den Pfeilern D D D liegt; die Stege E E E auf der obern

obern Platte des Gewichts sind ebenfalls für den freien Durchgang der Pfeiler eingeschnitten. An die große Platte FF sind die 3 großen Pfeiler angenietet, welche das Gehäuse für das Gewicht ausmachen. GG ist die Rolle für die Schnure des Gewichts und HH die Gabel zur Rolle, welche durch zwei Schrauben oberhalb dem Gewichte befestiget ist.

Fig. 6 zeigt eine andre Einrichtung, die ich der bewegenden Kraft meiner Seeuhren gegeben habe, und ist ungleich vortheilhafter, weil die Schnure stets parallel bleibt, und da die Wechselrolle am Ende des Gehäuses ist, so macht die Schnure einen kleinern Winkel, welches die Gleichheit der bewegenden Kraft erhält. Dieserwegen habe ich statt einer Rolle zwei angebracht A, B.

Ein andrer Vortheil dieser Einrichtung ist, daß das Blei am Haken ab hängt, so daß man es nach Willkühr vermehren kann. Das Gewicht besteht aus zwei Massen C, D, welche im Gleichgewicht stehn; sie sind durchbohrt, wodurch die Stifte an der Platte EE des Gewichts gehn; die Schrauben cd befestigen diese Massen CD mit der Platte EE. Diese Platte ist für den Durchgang der Pfeiler eingeschnitten, die an die Platte GG genietet sind. Die Platte EE hat 3 Stege H, H, H, die das Gewicht halten, daß es blos frei herabgehn kann. I, K sind Stege, welche die Rollen A, B tragen.

Fig. 8. Taf. XI. ist der Grundriß des großen Zilinderrades A. B ist das Sperr-Rad zu Anspannung der Hülfsfeder; dieses Sperr-Rad trägt den Einfall ab für das Aufziehen des Gewichts, C ist der Zilinder, welcher durch zwei Schrauben an das Sperr-Rad des Einfalls d befestigt ist. Wenn das Gewicht auf den Zilinder wirkt, so wirkt das Sperr-Rad des Einfalls d auf den Sperrkegel a und folglich auf das Sperr-Rad B, vermöge dieser Wirkung spannt es also die Hülfsfeder, deren Stärke mit dem Gewichte gleich ist.

Fig. 5. Taf. I. ist das Profil des Zilinders, welcher an die Röhre A (Fig. 5. Taf. II.) an der Welle des Zilinders AB geht; um diese Röhre A ist das Sperr-Rad des Einfalls C genietet: der Zilinder ist an dieses Sperr-Rad durch zwei Schrauben befestiget. D (Fig. 6.) ist das Profil des Hülfssperr-Rades; E (Fig. 7.) ist die Hülfsfeder perspektivisch verzeichnet; der Stift 1 geht in ein Loch des Hülfssperr-Rades, und derjenige 2 in ein Loch am Zilinderrade K (Fig. 8.). F (Fig. 7.) ist die Hülfsfeder im Profil. Die Röhre G des großen Zilinderrades läuft frei um die Welle B des Zilinders (Fig. 5.). An diese Röhre G (Fig. 8.) geht gedrang die Röhre H des Stundenzifferblatts. I ist eine stählerne Rolle zum Zurückhalten des Zilinderrades an dessen Welle.

A (Fig. 2. Taf. IV.) ist die Stellschraube zur Kompensation, die in die Mutter a des Schiebers B geht; das eingeschnittene Ende b geht in den eingeschnittenen Theil c

 des

des Schiebers C (Fig. 3.). Die Löcher d, d des Schiebers B C gehen frei um die Welle A (Fig. 5.), welche den kleinen Kompensationshebel macht. Fig. 5. Taf. III. sieht man im Grundrisse die Einrichtung der Schieber B, C und der Stellschraube A am Stege des Rosts vermittelst des Scharniers des Schiebers, nachdem der Hebel weggenommen worden. Die 4. Fig. Taf. I. zeigt den Rost der Kompensation im Grundrisse, welcher das Scharnier und die Schieber trägt. 1 ist der Quertheil des Rosts, welcher sich mit dem Stege durch die Schrauben a, b verbindet: 2, 3, 4; 5, 6, 7, 8 sind andre Quertheile dieses Rosts. B Fig. 5. Taf. IV. ist der Federhalter, welcher von dem großen Kompensationshebel getragen wird: a ist der Zeiger.

Fig. 4. Taf. IV. ist der zweite Federhalter, um die Uhr aufs genauste zu reguliren. A B Fig. 6. ist der Steg des großen Kompensationshebels, a, b die Feder, welche auf diesen Hebel drükt.

Taf. XII. zeigt das Aufhängungsverfahren für die Seeuhren No. 6, 7 und 8. A B C D ist der Fuß am Boden des Gehäuses, welcher die Uhr vermittelst 4 Schrauben hält: dieses Gehäuse ist von einem guten Holze, und doppelt ausgeschlagen, um schädliche Luft abzuhalten.

Die Wirkung der gewundenen Feder E ist die nämliche wie bei der Uhr No. 1. nämlich die Stöße vom Schiffe auf die Uhr zu mäßigen.

Das Gehäuse FF ist von Messing zusammengelöthet, um den Zugang der äußern schädlichen Luft abzuhalten. Am Boden des Gehäuses befindet sich eine hinreichende Masse Blei.

Das Gehäuse hat zwei Zapfen H gegen einander über, welche auf stählernen Futtern auf dem ovalen Kreise von Messing I K liegen; dieser Kreis hat bei M, N zwei Zapfen, die durch die Axe des Gehäuses gehen; diese Zapfen liegen auf stählernen Futtern bei O, P auf dem Träger O P Q; diese beiden senkrechten Bewegungen machen die Aufhängung, wodurch die Fläche R des Zifferblatts der Uhr horizontal bleibt, und das Gehäuse senkrecht erhalten wird, während dem das Schiff hin und her schwankt.

Die Welle S T der gewundenen Feder ist bei Q an den Träger O P Q vermittelst der Schraubenmutter S befestiget. Das untere Ende derselben verbindet sich mit dem Kopfe T der Welle und das obere Ende bei V an dem Steg X Y V, der vermittelst des Fußes A D getragen wird.

2. Dimen=

2. Dimensionen aller Haupttheile der Seeuhr No. 7.

Die große Platte oder Zifferblattsscheibe hat 5 Zoll 7 Linien im Durchmesser, und ist $1\frac{1}{2}$ Linien stark.

Die 3 übrigen großen Platten haben die nämliche Stärke. Ihre Durchmesser sind 5 Zoll 3 Linien.

Die Pfeiler des Gehwerks sind an die große Platte der Zifferblattscheibe genietet; sie haben 15 Linien Höhe.

Das große Gehäuse für das Gehäuse der Unruhe hat 21 Linien Höhe; die Pfeiler sind auf die dritte Platte genietet.

Die ganze Uhr besteht aus 3 großen Gehäusen, deren völlige Höhe 13 Zoll 3 Linien beträgt, und einem kleinen besonderen Gehäuse, was ich erklären will.

Diese 3 großen Gehäuse werden von 4 Platten von gleicher Stärke $1\frac{1}{2}$ Linie gebildet.

Das erste obere Gehäuse enthält die Räder des Laufwerks.

Die obere Platte dieses Gehäuses dient zu gleicher Zeit zum Zifferblatte. Ich nenne sie die große Platte oder die Zifferblattscheibe. Diese Platte hält 5 Zoll 7 Linien im Durchmesser. Die 4 Pfeiler sind auf diese große Platte genietet, und sind 15 Linien hoch, und $6\frac{1}{2}$ Linien im Durchmesser.

Die 3 andern Platten der großen Gehäuse halten 5 Zoll 3 Lin. im Durchmesser.

Das zweite Gehäuse dient von der obern Seite der dritten Platte das Gehäuse des Regulators oder der Unruhe zu tragen, und von der Seite unterhalb des Rostes, den Hebel und den Mechanismus der Kompensation. An die obre Seite dieser dritten Platte sind die drei Pfeiler genietet, welche dieses Gehäuse mit der kleinen Platte des Gehwerks machen, welche nach unterwärts die zweite ist.

Die Pfeiler dieses zweiten Gehäuses, welches ich das große Gehäuse des Regulators nenne, haben 21 Linien Höhe, und $6\frac{1}{2}$ Linien im Durchmesser.

Das dritte große Gehäuse ist dasjenige für die bewegende Kraft: die Pfeiler desselben sind auf die vierte Platte genietet, und verbinden sich mit der Platte des Regulators oder mit der dritten Platte; diese Pfeiler sind 9 Zoll 8 Linien hoch; sie sind von Stahl und zilindrisch abgedrehet, und halten $5\frac{1}{2}$ Linien im Durchmesser.

Das

Das Gewicht hat $2\frac{3}{4}$ Zoll Höhe, und 3 Zoll 7 Linien im Durchmesser: es trägt 3 Stege.

Die große Rolle liegt in dem Gewichte, und hält 2 Zoll im Durchmesser.

Das kleine Gehäuse des Regulators der Unruhe hat 17 Linien Höhe, die Stärke der Platten eingerechnet.

Dieses Gehäuse macht für sich allein drei besondere, die aus 4 Platten, 2 großen und 2 kleinen bestehen: die 2 großen halten 2 Zoll 9 Linien im Durchmesser und sind $\frac{9}{12}$ Linien stark: die 2 kleinen Platten sind von gleicher Stärke.

Die zwei kleinen Platten des Regulators haben 28 Linien im Durchmesser.

Das große Gehäuse des Regulators verbindet sich mit der dritten großen Platte vermittelst 3 Schrauben, deren Köpfe unterhalb dieser großen Platte sich befinden.

Die große untere Platte des Regulators trägt 4 Pfeiler $15\frac{1}{2}$ Linien hoch, die sich mit der andern großen Platte verbinden: die Pfeiler haben $3\frac{1}{2}$ Linien im Durchmesser: jede kleine Platte der Unruhe trägt 3 Pfeiler, welche die kleine Platte unterhalb mit der großen untern Platte, und die andre kleine Platte mit der großen Platte der obern Unruhe verbinden, die kleinen Pfeiler der kleinen Platte haben $5\frac{1}{2}$ Lin. Höhe und $3\frac{1}{2}$ Lin. im Durchmesser; dadurch bleibt also zwischen den kleinen Platten ein Zwischenraum von ohngefähr 4 Linien für die Unruhe.

Die zwei kleinen Gehäuse innerhalb den großen dienen, um in jedes 3 Rollscheiben einzulegen.

Die Rollscheiben haben 16 Linien im Durchmesser, und nicht ganz $\frac{3}{12}$ einer Linie Stärke.

Die Zapfen der Rollscheiben haben $\frac{8}{48}$ einer Linie zum Durchmesser.

Die Welle der Unruhe trägt in der Mitte einen Puzzen, der stark angetrieben worden, woran die Unruhe vermittelst 3 Schrauben befestiget wird.

Das obere Ende der Welle verbindet sich genau auf das Trieb des Rechen: dieses Trieb hat gedrang den Handgriff, woran die Feder befestiget ist: das Trieb liegt gedrange an, und sizt auf einem Ansaz an der Welle: die Stärke des Zapfen, welcher in das Trieb geht, ist $\frac{11}{12}$ einer Linie: die Röhre des Handgriffs, welche an das Trieb geht, die Röhre des Triebs und das Ende der Welle sind durchbohrt, um einen Stift einzulegen, und so alles mit einander zu befestigen.

Das

Das untere Ende der Welle hat eine stählerne Röhre, welche genau daran geht, und einen Stift, um sie mit der Welle zu befestigen, und sie wieder aus einander zu nehmen: diese stählerne Röhre dient, um daran gedrang die Rolle der Spiralfeder zu legen.

Vermöge dieser Einrichtung der Welle der Unruhe kann man die Unruhe wegnehmen, indem man blos die zwei Stifte herausziehen darf, welche an dem einen Ende die Spiralfeder, am andern Ende das Trieb halten; sezt man alles wieder auf das Zeichen, so befindet sich der Theil jederzeit in der Hemmung.

Das Ende der Welle, welches in die stählerne Röhre geht, und die Rolle der Spiralfeder trägt, hat $\frac{10}{12}$ einer Linie im Durchmesser; die Röhre geht ganz an die Rollscheibe, damit die Spiralfeder davon so wenig als möglich entfernt sei, welches die Stöße gegen die Rollscheiben verhindert: die stählerne Röhre hat $1\frac{2}{12}$ Linien im Durchmesser, und ist $4\frac{1}{2}$ Linien lang.

Die Rolle der Spiralfeder hat $1\frac{8}{12}$ Linien im Durchmesser, den Absaz nicht mitgerechnet, um das Ende der Spiralfeder aufzunehmen. Der Einschnitt der Rolle liegt genau dem Absazze gegen über: dieser Absaz muß so wenig als möglich vorspringen; es giebt hier nur $1\frac{3}{12}$ Linien Abstand vom Mittelpunkte.

Die Spiralfeder macht von dem Spiralfederkloben $2\frac{1}{2}$ Umgänge: an dem Orte des Spiralfederkloben ist der Spiralgang vom Mittelpunkte um $3\frac{10}{12}$ Linien entfernt.

Die Spiralfeder hat $\frac{11\frac{1}{2}}{12}$ Linien Breite, und ist beinahe $\frac{4}{48}$ Linien stark.

Die Zapfen der Unruhe, d. i. der Theil, welcher auf den Rollscheiben liegt, hat 1 Linie im Durchmesser: die Enden der untern Zapfen der Rollscheiben ruhen auf stählernen Blättern, drei unterhalb der untern großen Platte der Unruhe, und drei unterhalb der kleinen obern Platte.

Die obere Platte der Unruhe trägt den Steg der Aufhängung der Unruhe, ist an diese Platte konzentrisch mit der Welle vermittelst zwei Schrauben befestiget: dieser Steg steigt bis unterhalb der großen Platte oder der Zifferblattscheibe: dieser Steg hat 20 Linien Höhe.

Der Zwischenraum für den Durchgang des Triebs ist $5\frac{1}{3}$ Linien; die Stärke der Säulen, 1 Linie breit und 4 Linien hoch.

Die vorspringenden Theile für den Ort der Schrauben haben 3 Linien mehr als die Säulen.

Die Feder der Aufhängung ist unterwärts an den Handgriff vermittelst zwei Schrauben befestiget, die einen mit der Welle konzentrischen Bakken machen.

Das obere Ende dieser Feder ist an einen Bakken befestiget, der aus zwei ståhlernen Platten besteht, die durch zwei Schrauben mit einander befestiget worden: dieser Bakken ist an einem Ende rund und abgedreht, um in das Loch des Stegs eingelegt werden zu können. Dieses Loch ist in der Welle der Unruhe, d. i. es steht senkrecht über der Welle, damit die Feder die Welle weder von der einen noch von der andern Seite trage. Der Bakken ist rund, um ihn drehen zu lassen, damit die Feder der Aufhängung frei sei, wenn die Unruhe auf 0 steht. Bei diesem Punkte befestiget man den Bakken vermöge eines Theils, welcher andrükt, und durch eine Schraube, welche das obere Ende des Stegs trägt.

Die kleine Platte unter der Unruhe ist in Grade abgetheilt, um die Größe der Bögen der Vibrazionen zu wissen und anzuzeigen.

Die große untere Platte der Unruhe trägt den Spiralfederkloben, welcher von Stahl ist; er ist an diese Platte vermittelst einer Schraube befestiget: das Loch der Schraube ist sehr verlängert, damit die Spiralfeder ihre Stelle frei erhalte, je nachdem sie größer oder kleiner ist.

Die große obere Platte der Unruhe trägt auch noch den Steg der Aufhängung, dessen ich schon erwähnet, das Hemmungsrad, den Haken der Hemmung, und den Rechen, und folglich alles, was zur Hemmung gehört. Das Gehäuse der Unruhe enthält also alles das, was zum Regulator gehört; und da die Bearbeitung dieses Theils die schwerste an der Uhr ist, so kann sie besonders von einem guten Arbeiter geschehen, der sich hauptsächlich mit solchen Theilen beschäftiget.

Das Hemmungsrad und der Haken werden in das Gehäuse von der einen Seite vermittelst der großen obern Platte der Unruhe, und von der andern vermöge eines Stegs eingehangen.

Das Hemmungsrad hat 12 Linien im Durchmesser, und $\frac{3}{12}$ Linien Stärke: dieses Rad ist von Stahl und hart eingesezt; das Ende der Zähne muß die völlige Härte behalten; der mittlere Theil wird vermittelst eines dazu eingerichteten Werkzeugs angelassen.

Dieses Rad ist platt, und wie gewöhnlich durchbrochen: es ist von gegossenem Stahl, der vermittelst eines Zieheisens gezogen worden: die Fläche des Rades nebst den Zäh-

Zähnen hat $2\frac{1}{12}$ Linien; Tiefe der Zähne $1\frac{2}{12}$ Linien: das Trieb der Unruhe hat 5 Linien im Durchmesser und 40 Stäbe.

Seine völlige Stärke, die Röhre mit inbegriffen, um in das Loch des Handgriffs zu gehen, ist $1\frac{10}{12}$ Linien.

Der gezahnte Theil ist 1 Linie stark.

Stärke der Röhre des Triebs beim Eingange in das Loch des Handgrifs $1\frac{5}{12}$ Linien.

Der Handgrif ist von gehärtetem Stahl; er ist $3\frac{1}{4}$ Linien lang: der Zwischenraum für den stählernen Steg zur Vorsicht ist $1\frac{4}{12}$ Linien: die Röhre des Handgrifs und der Bakken sind von gleicher Größe $2\frac{3}{12}$ Linien.

Der Handgrif hat vom Mittelpunkte bis zum Ende $2\frac{5}{12}$ Linien: der Bakken des obern Endes der Feder der Aufhängung ist $1\frac{1}{4}$ Linien stark, breit $2\frac{1}{4}$ Linien, lang, den Zapfen mit einbegriffen, $2\frac{1}{4}$ Linien, deren Hälfte für die Schrauben: Durchmesser des Zapfen $1\frac{1}{12}$ Linien.

Der Steg des Hemmungsrades des Haken hat 6 Linien Höhe, die Stärke nicht gerechnet: die obere Fläche des Hemmungsrades ist um $2\frac{10}{12}$ Linien über der Platte der Unruhe erhaben.

Die obere Fläche des Triebs ist $4\frac{8}{12}$ Linien über der nämlichen Platte.

Der Rechen der Hemmung hat $11\frac{11}{12}$ Linien im Durchmesser: Stärke $\frac{3}{12}$; er hat 22 Zähne, ist aus der Zahl 94 geschnitten, und macht einen guten Eingriff.

Die Zapfen des Hemmungsrades haben $\frac{6\frac{1}{2}}{48}$ Linien.

Diejenigen der Welle des Haken der Hemmung $\frac{6}{48}$.

Der Haken der Hemmung besteht aus zwei Lappen von Rubin, die als ein Theil eines Zilinders geschnitten worden, deren äußerer Durchmesser 3 Linien ist; die Höhe der Lappen nach der Richtung der Welle ist $1\frac{4}{12}$ Linien, Breite $1\frac{4}{12}$ Linien, ihre Stärke $\frac{2\frac{1}{2}}{12}$ Linien.

Diese Lappen von Rubin sind vorwärts abgerundet, um nicht zu krazzen; sie befinden sich an einem Handgriffe, der von der Welle des Haken gebildet wird, und sind so geneigt, daß das Rad zurükgeht, um die Vibrazionen langsamer zu machen, wenn ein Zusaz am Gewicht sie zu beschleunigen sucht, wie dies der Fall wäre, wenn die Lappen

pen mit der Welle des Haken konzentrisch wären. Neuere Versuche haben mir gezeigt, daß diese Lappen mit der Welle konzentrisch seyn sollten.

Das untere Ende der Welle des Haken trägt den Rechen, welcher ganz flach mit der Platte liegt, damit das Trieb von den Rollscheiben blos um die Stärke der Platte entfernt werde.

Was die Rollscheiben anbetrift, so müssen sie ganz gegen die Platten des großen Gehäuses der Unruhe liegen, damit der Eingrif von einer Seite, und die Spiralfeder von der andern sehr nahe an den Rollscheiben sich befinden, und daß folglich der Spielraum der Welle so gering als möglich sei.

## 3. Dimensionen der Kompensation.

Der Rost der Kompensation besteht aus 16 Stäben: 8 von stark gehärtetem Stahle, blos die Enden angelassen, und 8 von hart geschlagenem Messing. Die äußere Länge ist 4 Zoll $6\frac{1}{2}$ Linien, die messingenen Querstäbe einbegriffen.

Die Breite des Rosts außerhalb der äußern stählernen Stäbe ist 20 Linien, und die Stärke der Stäbe $1\frac{1}{12}$ Linien.

Dieser Rost ist fest mit einem starken messingenen Theile vermittelst zwei Schrauben verbunden, welcher Theil für sich durch eine starke Schraube oben auf der Platte des Regulators befestiget wird: der Fuß dieses messingenen Stegs des Rosts hat ein verlängertes Loch, um dem Rost eine Bewegung geben zu können, und ihn dem Hebel des Stellrads oder des Federhalters zu nähern oder davon zu entfernen, je nachdem es in Rücksicht der Kompensation erforderlich ist.

Ich habe auf die große Platte des Regulators zur Seite des Stegs des Rosts zwei Schrauben angebracht, welche in gleichen Entfernungen der Schraube des Rosts wirken: diese Schrauben dienen, den Rost um sich selbst bewegen zu lassen, und folglich die Uhr früher oder später zu reguliren. Der Weg des Stellrades oder des Hebels der Kompensation, welcher mit dem Roste durch ein Scharnier verbunden ist, wird durch einen Nonius bemerkt, welchen das Ende des Federhalters trägt. Diese beiden Schrauben dienen zu gleicher Zeit den Steg und den Rost der Kompensation zu befestigen, damit er sich nicht weiter wenden, und weder vor noch zurük gehen könne.

Die Welle des Kompensationshebels wird unterhalb der Plattte des Regulators und vermittelst eines starken Stegs eingehangen. Diese Welle hat 22 Linien ohne die Zapfen: ihre Stärke ist $1\frac{8}{12}$ Linien. Durchmesser der Zapfen $\frac{2}{4}\frac{7}{8}$ oder ohngefähr $\frac{7}{12}$.

Der

Der Hebel, welcher den Federhalter trägt, ist von Stahl; er trägt eine Röhre von Stahl $2\frac{1}{2}$ Linien stark, und 6 Linien lang.

Der Hebel nahe beim Mittelpunkte ist $1\frac{10}{12}$ Linien stark, und 2 Linien breit; er geht bis 15 Linien vom Mittelpunkte verjüngt zu, und endiget sich hier in einem viereckigen Ansaz 6 Linien lang, und $1\frac{1}{12}$ Linien stark: an diesen viereckigen Ansaz verbindet sich durch Schieber der Federhalter.

Der Federhalter ist von gehärtetem Stahl. Die Länge des Schiebers ist $2\frac{1}{2}$ Linien. Stärke des viereckigen Ansazzes $1\frac{10}{12}$ Linien. Der Einschnitt des Federhalters geht bis zum Schieber; seine Länge in dieser Richtung von dem Schieber ist 4 Linien: der Schieber des Federhalters trägt unterwärts eine Schraube, um ihn mit dem Hebel zu befestigen.

Die Breite des Endes des Federhalters ist $1\frac{2}{12}$ Linien: der Einschnitt unterhalb beträgt etwas mehr als die Stärke der Spiralfeder; dieser Einschnitt ist oberhalb über die Breite der Spiralfeder bis zum Schieber größer; die Breite des Federhalters ist oberhalb der ganzen Länge des Schiebers.

Das Ende des Kompensationshebels ist durchbohrt und hat eine Schraube eingeschnitten, um das Ende aufzunehmen, welches den Nonius trägt, dessen Länge von dem Stahle oder dem Ende des Hebels $23\frac{1}{2}$ Linien ist.

Der Abstand des Federhalters bis zum Mittelpunkte des Hebels ist genau 17 Linien.

Der Abstand des Nonius bis zum Mittelpunkte des Hebels ist 3 Zoll, 8 Linien = 44 Linien: der von dem Federhalter durchlaufene Raum ist daher zu demjenigen des Nonius wie 7 zu 44.

Das Ende des Limbus, worauf der Nonius weiset, ist an die Platte des Regulators durch eine Schraube und zwei Stifte befestiget, und in gleicher Entfernung vom Mittelpunkte des Hebels wie der Nonius, d. i. 44 Linien: dieser Limbus ist auf der Theilscheibe aus der Zahl 720 eingetheilt worden.

Der Nonius theilt jeden Grad des Limbus in vier gleiche Theile. Dieser Nonius ist auf der Theilscheibe getheilt worden: ich hätte ihn in 8 Theile theilen können, um Achtel zu haben, oder noch besser in Zehntheile. Der Zwischenraum zwischen den vier Theilungen des Nonius ist $1\frac{10}{12}$ Linien und $\frac{8}{12}$ Linien hoch, lang 3 Linien.

Der in 720 getheilte Limbus begreift 15 Eintheilungen; seine Länge ist 7 Linien, seine Höhe 3 Linien. Ich habe den Nonius und den Limbus von einerlei Messing geschnitten, und ein Ende in einen Zirkelbogen gefeilt, von der angemessenen Größe, um beide darauf zu fassen: das andre Ende wird auf einem Aufsaz meiner Theilscheibe befestiget, wo ich einen Theil des Zirkelbogens in halbe Grade theile, und den andern in schikliche Theile für den Nonius, um halbe Grade nochmals in 4 Theile zu theilen. So trenne ich nunmehr den Limbus von dem Nonius, und gebe beiden die gehörige Figur.

Die Welle des Kompensationshebels trägt einen scharf angetriebenen Puzzen, welcher dient, daran einen stählernen gehärteten zilindrischen Stift zu befestigen; mit diesem Stift verbinden sich zwei Läufer, deren einer eine Stellschraube trägt, der andre ist durch eine Art Scharnier mit den zwei messingenen Stäben des Rostes der Kompensation verbunden: diese zwei Läufer werden willkührlich auf dem Stifte vermittelst zwei Schrauben befestiget; will man auf einmal den Rost der Kompensation dem Mittelpunkte des Hebels nähern oder davon entfernen, so macht man die Schrauben los, wo dann die Laufer der Bewegung des Rostes folgen: will man hingegen dem Laufer des Scharniers eine unmerkliche Bewegung geben, so läßt man die Schraube los, und die andre bleibt auf dem Stifte angezogen; man wendet sodann die Stellschraube, deren Bewegung vermittelst eines doppelten Zeigers bemerkt wird, dessen ein Ende die Zahl des Umgangs der Schraube, und das andre die Theile in Zehntheilen angiebt: diese Schraube, deren Gänge sehr fein sind, ist in 11 Theile getheilt.

Dieser Stift hat $1\frac{3}{12}$ Linien im Durchmesser, Länge 16 Linien überhaupt, wovon 5 Linien angewandt werden, um ihn stark in den Puzzen zu treiben.

Die Stellschraube ist auf dem entferntesten Laufer beweglich, und das Ende ist so gedrehet, daß es genau in einer Fuge des Laufers mit dem Scharniere liegt, der gegen den Mittelpunkt liegt; die ganze Vorrichtung ist so beschaffen, daß bei der Bewegung kein Verlust erfolgt.

Diese Stellschraube ist 10 Linien lang, und $1\frac{3}{12}$ Linien stark.

Der Laufer mit dem Scharniere ist, wie ich schon erwähnet habe, mit dem Roste der Kompensation übereinstimmend: ein sorgfältig abgedrehter Stift verbindet sie. Wenn man den Punkt der Kompensation gefunden, so muß man die Laufer nicht weiter los machen, welches niemals nöthig ist; indessen wenn man am Roste oder am Hebel besonders eine Aenderung machen, und diese Theile von einander nehmen müßte, so darf man blos den Stift des Scharniers wegnehmen; auf diese Art bleiben die Laufer an dem Hebel fest und ohne etwas zu verrükken.

Der

Der Kopf der Schraube ist in 10 Theile getheilt: er ist von Messing, und hat $5\frac{1}{2}$ Lin. im Durchmesser; der Schieber mit dem Scharnier des Laufers ist $4\frac{1}{2}$ Lin. lang.

Der Laufer oder Schieber, welcher die Stellschraube trägt, ist $3\frac{1}{2}$ Lin. lang.

Der zilindrische Stift, welcher die Laufer der Kompensation trägt, geht zur Seite der Welle des Hebels, und ist davon von einem Mittelpunkte zum andern um 2 Linien entfernt.

Der Stift des Scharniers muß daher vom Mittelpunkte des zilindrischen Stifts der Laufer um 2 Linien gleich entfernt seyn: dieser Stift macht den kleinen Hebel der Kompensation.

Um den geringen unvermeidlichen Spielraum an den Zapfenlöchern des Hebels der Kompensation, und in denjenigen des Scharniers aufzuheben, habe ich auf den Steg dieses Hebels eine Feder angebracht, welche den Hebel des Rosts zu entfernen strebt.

### 4. Bakken des obern Endes der Aufhängung.

Der Bakken, welcher das obere Ende der Aufhängung befestiget, besteht aus zwei stählernen gehärteten und mit einander verbundenen Platten, die mit zwei Schrauben befestiget werden: um diesen Bakken zu machen, verband ich an einem Ende zwei stählerne zusammengenietete Platten: bei ihrer Verbindung machte ich einen Punkt, um sie zu zentriren, und auf die Drehbank zu bringen, und legte eine Rolle an: am andern Ende bohrte ich zwei Löcher für zwei Schrauben, deren jede von dem Ende des Theils $1\frac{3}{4}$ Linien entfernt seyn müssen: diese zwei Schrauben befestigen die beiden Platten, und durch die Verbindung mache ich einen Punkt, um den Zapfen abzudrehen, der auf den Steg kommt: dieser nämliche Punkt dient auch die Feder der Aufhängung zu zentriren. Ist der Zapfen abgedreht, so schneide ich auf der Drehbank den Theil über den Schrauben ab, und lasse blos einen Ansaz gegen den Mittelpunkt, um daran die Feder zu halten, damit sie vollkommen im Mittelpunkte des Bakken sei; hierauf härte und polire ich den Theil, und beendige ihn ganz, ehe ich ihn von den beiden Platten trenne, die mir zu wiederholten Malen Beistand leisten: die Stärke des Bakken ist $1\frac{1}{4}$ Linie, Länge den Zapfen mit eingerechnet $2\frac{1}{4}$ Linien, die Hälfte für die Schrauben; der Zapfen hat im Durchmesser $1\frac{1}{2}$ Linien.

### 5. Dimensionen des Räderwerks der Uhr No. 7.

Das große Rad, oder das Stundenrad hat 240 Zähne und 29 Linien im Durchmesser: dieses Rad macht in 12 Stunden einen Umgang: es trägt eine Röhre, die sich frei

frei an der Welle bewegt: diese trägt den Zilinder, die Sperrung und die Hülfsfeder, welche das Rad vermittelst des Gewichts zieht.

Die Welle des Stundenrades hat $1\frac{1}{12}$ Linien im Durchmesser; der Zapfen von der Seite des vierekkigen Ansazzes des Remontoir ist $1\frac{1}{2}$ Linien: der vierekkige Ansaz hat gleichen Durchmesser, die Länge desselben ist 3 Linien; der andre Zapfen dieser Welle ist $1\frac{1}{4}$ Linie.

Das Zifferblatt verbindet sich vermöge einer federartigen Röhre an die Röhre des Stundenrades: das Zifferblatt hat 18 Linien im Durchmesser ohne den Rand der Bedekkung. Die Stärke des Zifferblatts ist $\frac{4}{12}$ Linien.

Die Stärke der Röhre des Stundenrades, womit das Zifferblatt verbunden wird, ist $2\frac{7}{12}$ Linien; die Stärke des Rades $\frac{8}{12}$ Linien.

Der Zilinder hat $15\frac{1}{2}$ Linien im Durchmesser: seine Stärke ist $4\frac{1}{3}$ Linien.

Er enthält 4 eingedrehte Umgänge für die Schnure: er hat nicht mehr als 3 Linien Stärke nöthig, denn es sind blos $2\frac{1}{2}$ Umgänge der Schnure für 24 Stunden erforderlich; und 4 Umgänge machen blos $2\frac{5}{12}$ Linien: die Schnure ist von gehöriger Stärke.

Das Sperr=Rad von Messing für die Sperrung des Zilinders, ist an die Welle des Stundenrades genietet: es hat 18 Linien im Durchmesser und 86 Zähne, seine Stärke ist $\frac{7}{12}$ Linien.

Das Sperr=Rad, welches dient die Uhr gehen zu lassen, während dem man sie aufzieht, liegt gegen das messingene Sperr=Rad, und dreht sich frei um die Welle: dieses Sperr=Rad von Stahl macht von einer Seite die Sperrung des Sperr=Rads des Remontoir, und von der andern Seite dient es das Ende der Hülfsfeder aufzunehmen, welche zwischen dem stählernen Sperr=Rade und dem Stundenrade liegt: das andre Ende dieser Feder hält ein Stift am Stundenrade, und nimmt sie mit sich. Die Kraft des Gewichts zieht also die Hülfsfeder auf, und sezt sich damit ins Gleichgewicht, so daß wenn man die Uhr aufzieht, da das stählerne Sperr=Rad wegen des Sperrkegels nicht zurükgehen kann, der es beständig anhält, die Hülfsfeder auf das Rad wirkt, und es im Gange erhält, während dem das Gewichte aufgezogen wird.

Das Sperr=Rad der Hülfsfeder hat 22 Linien im Durchmesser, ist $\frac{1}{2}$ Linie stark und hat 150 Zähne.

Die Stärke der Röhre des Puzzen des Sperr=Rades des Remontoir ist $2\frac{7}{12}$ Linien.

Der Puzzen hat 8 Linien, er ist so wie der Zilinder von Messing: die Zapfen des Sperrkegels für das stählerne Sperr=Rad haben $\frac{5}{12}$ Linien im Durchmesser.

Das Stundenrad greift in das Trieb des Minutenrades, hat 12 Stäbe, und $2\frac{1}{2}$ Linien im Durchmesser.

Das Minutenrad macht in einer Stunde einen Umgang: es hat $19\frac{1}{3}$ Linien im Durchmesser und $\frac{4}{12}$ Linien Stärke: es hat 160 Zähne.

Das Minutenrad greift in das Trieb des kleinen mittlern Rades, welches 12 Stäbe hat, und $2\frac{1}{2}$ Linien im Durchmesser: dieses Rad hat $18\frac{3}{24}$ Linien im Durchmessen, und ist $\frac{3\frac{1}{4}}{12}$ Linien stark.

Dieses Rad greift in das Trieb des Sekundenrades, welches mitten in dem Gehäuse liegt: dieses Trieb hat 20 Stäbe und $2\frac{1}{2}$ Linien im Durchmesser: das Sekundenrad ist $\frac{2\frac{1}{2}}{12}$ Linien stark: es hat 14 Linien im Durchmesser und 120 Zähne: es greift in das Trieb des Hemmungsrades, welches in dem Gehäuse der Unruhe liegt.

Der Zapfen des Minutenrades, welcher den Zeiger trägt, hat $\frac{1}{2}$ Linie im Durchmesser, und ist $\frac{22}{48}$ Linien lang: der untere Zapfen hat $\frac{19\frac{1}{2}}{48}$ Linien.

Die Zapfen des kleinen mittlern Rades haben im Durchmesser $\frac{9}{48}$ Linien.

Der Zapfen des Sekundenrades, welcher den Zeiger trägt, hat im Durchmesser $\frac{10}{48}$ Linien, und ist lang $1\frac{1}{12}$ Linien; der untere Zapfen hat $\frac{8}{48}$ Linien.

Diese Räder und Triebe sind alle auf der Maschine bearbeitet, gewalzt u. s. f.: die Räder sind auf der Welle eingeschnitten: die Triebe sind gewissermaßen Räder, welche an ihre Wellen gedrang angetrieben worden, alle sind von gegossenem Stahl.

Die Stärke der ganz beendigten Triebe $1\frac{7}{12}$ Linien: alle Räder und Rollscheiben sind von dem besten hartgehämmerten Messinge bearbeitet: die Wechselrolle des Gewichts hat 12 Linien im Durchmesser: die Zapfen $1\frac{1}{2}$ Linien.

Die Unruhe ist ganz vergoldet und 284 Gran schwer: sie hat $27\frac{7}{12}$ Lin. im Durchmesser.

Ihre Stärke ist $1\frac{2}{12}$ Linien, Breite der Fläche $1\frac{5}{12}$ Linien, Breite des Mittelpunkts 4 Linien, Stärke der Kreuze $\frac{1}{2}$ Linie.

Die große Platte, oder die Zifferblattscheibe ist auf der Drehbank ausgedreht, um das exzentrische Zifferblatt der Minuten und den Minutenzeiger einzulegen: diese Ver-

 tiefung

tiefung ist um die Hälfte der Stärke der Platte: die Platte des Minutenzifferblatts liegt in dieser Vertiefung vermittelst einer Schraube. Ich habe diese Einrichtung gewählt, um es dem Stecher zu erleichtern, weil es sonst schwer gewesen seyn würde, das Zifferblatt einzutheilen, wenn es in der Vertiefung selbst hätte gemacht werden sollen.

---

Die Grundsäzze der Bauart der Uhren No. 6 und 7 sind vollkommen einerlei, und mit aller der Sorgfalt bearbeitet, daß die Versuche genau gleiche Resultate gegeben, daher ich diese hier nicht wiederholen will. Auch verweise ich in Rücksicht des Verfahrens, sie vollkommner zu machen, auf die Beschreibung der Uhr No. 6, weil die daselbst angegebenen Mittel gleich für beide passen.

## IV.

## Die Seeuhr No. 8, von Herrn Berthoud. *)

Die Seeuhren, die ich bereits beschrieben habe, gaben in so fern hinreichende Genauigkeit, daß ich dadurch aufgemuntert ward, diese Arbeit noch weiter zu verfolgen, ob ich schon noch nicht alle Befriedigung voraussahe, denn das Ziel, wornach ich strebte, schien mir immer noch weit entfernt zu seyn. Diese Idee einer noch größern Vollkommenheit, die ich deutlich als sehr möglich voraussahe, machte, daß ich No. 8. anfieng, sobald als die Uhren No. 6 und 7 vollendet waren. Diese Uhr No. 8. ist es, welche dem Könige gehört, der sie auf seinen Befehl hat verfertigen lassen, und womit die Herren de Fleurieu und Pingre' Versuche angestellt haben, die länger als ein Jahr dauerten. Ich werde hier das Resultat ihres Ganges während diesem Versuche und die Grundsäzze anführen, worauf meine Hofnungen, in Rücksicht der Vervollkommnung der Seeuhren, sich gründeten, welche keine andre, als eine Anwendung derjenigen sind, die ich in meiner Theorie der Seeuhren angeführt habe. Vermöge der verschiedenen Versuche, die man mit dieser Maschine angestellt hat, wird man finden, daß man sicher hoffen könne, daß die Uhrmacherkunst dereinst der Schiffahrt sehr nüzlich werden dürfte, in so fern die Künstler durch Hindernisse nicht ermüdet werden, die man ihren Nachforschungen entgegen sezzen dürfte.

### Von dem Regulator der Uhr No. 8.

Die Unruhen der Uhren No. 6 und 7 halten 28 Linien im Durchmesser, und machen in einer Sekunde vier Vibrazionen. Wir wollen hier untersuchen, welche die bequem-

*) Dessen Traité des horl. mar. S. 271.

bequemsten Dimensionen sind, die man der Unruhe No. 8. zu geben hat, damit sie die größte mögliche Stärke der Bewegung erhalte (mit Rücksicht auf die Größe des Gehäuses, in welches sie gesezt werden werden soll), und damit diese Kraft weniger Anreibung habe.

Giebt man der Unruhe zwei Vibrazionen in einer Sekunde, und die nämliche Schwere wie No. 6, aber doppelten Durchmesser, so werden beide einerlei Stärke der Bewegung haben, wenn man annimmt, daß sie ähnliche Bögen beschreiben; allein die Anreibungen werden seyn wie die Menge der Vibrazionen, d. i. wie 4 zu 2. Es ist daher vorzüglicher, die Anzahl der Vibrazionen zu vermindern, und den Durchmesser der Unruhe zu vergrößern.

Wenn die Unruhe eine Vibrazion in einer Sekunde macht, und ihr Durchmesser ist viermal größer als derjenige von No. 6, so werden sie die nämliche Geschwindigkeit an ihren Umkreisen haben, ähnliche Bögen vorausgesezt, und haben die Unruhen einerlei Schwere, so wird die Kraft der Bewegung die nämliche seyn; allein in diesem Falle wird die Unruhe mit der langsamen Vibrazion viermal weniger Anreibung haben (Zapfen und Rollscheiben von gleichem Durchmesser vorausgesezt); denn ist die Schwere die nämliche, so wird die Anreibung seyn wie der von den Zapfen durchlaufene Raum, d. i. wie die Menge der Vibrazionen: langsame Vibrazionen, und eine große Unruhe sind daher ein sichres Mittel, einen vortreflichen Regulator zu machen.

Zufolge dieser Untersuchung ist es denn geschehen, daß ich auf langsame Vibrazionen wieder zurükgekommen bin, deren ich mich bei meinen ersten beiden Seeuhren bedienet hatte. Ich hatte sie blos in Rücksicht der Furcht aufgegeben, daß vielleicht die Schwankungen des Schiffs diese Art von Vibrazionen stören dürften; allein ich bin diesem Fehler zuvorgekommen, indem ich den Bögen der Vibrazion mehr Weite gebe, und die Geschwindigkeit und Stärke der Bewegung der Unruhe vermöge ihres großen Durchmessers mehr als nach der Masse vermehre. Die Erfahrung hat diese Grundsäzze vollkommen gerechtfertiget, denn bei dem Versuche, der auf der See angestellt worden ist, hat man nicht gefunden, daß die Seeuhr No. 8. von den Schwankungen mehr gelitten als No. 6.

Ein andrer Vortheil, den die große Unruhe verschaffen kann, ist die Anwendung großer Rollscheiben, deren Zapfen indeß gleiche Stärke haben: hierdurch vermindert man beträchtlich die Anreibungen des Regulators.

Die Theile der Spindel der Unruhe, welche statt der Zapfen sind, haben bei No. 6 und 7 einen ungleich größern Durchmesser. Ich wollte sie daher bei No. 8. so weit als möglich zurüksezzen, ein sichres Mittel, die Anreibung zu vermindern, weil wenn der Druk der nämliche bleibt, der durchlaufene Raum vermindert wird.

Um eine große Unruhe anzuwenden, ist es erforderlich, daß das Räderwerk der Uhr größer sei; dies verschafft ein Mittel zu mehrerer Vervollkommnung, da man einen längern und festern Kompensationsrost anbringen kann, und der mithin im Stande ist, den Federhalter gleichförmig einerlei Weg durchlaufen zu lassen, eine Wirkung von der größten Nothwendigkeit. Auch suchte ich besonders den ganzen Mechanismus der Kompensation zu vereinfachen und dauerhafter zu machen.

Bei Anwendung langsamer Vibrazionen von einer Sekunde für die Unruhe No. 8 verschafft diese das Mittel, ein Rad weniger zu machen, wo denn das Rad, welches den Sekundenzeiger trägt, das Hemmungsrad selbst seyn kann.

Die ruhende Hemmung von Lappen von Rubin, und einem Rade von Stahl, wie bei den Uhren No. 6 und 7, war sehr gut gerathen, um bei No. 8 angewendet werden zu können, wo es um so mehr gelingen mußte, da die Unruhe eine größere Kraft hatte, die Anreibung der Hemmung als einerlei wie bei No. 6 vorauszusezzen war, und so weniger Einfluß auf den Gang einer Uhr haben konnte, die einen Regulator wie derjenige zu No. 8 erhielt.

Die einfache und vortheilhafte Einrichtung des Räderwerks von No. 7. mußte nothwendig auch bei No. 8 dienen; auch habe ich keine andre Veränderungen gemacht, als in den Dimensionen der Räder und Triebe, die ich größer gemacht, da der Plaz es zuließ, um ihnen mehr Festigkeit zu geben, und die Bearbeitung zu erleichtern.

Bei den Uhren No. 6 und 7 hatte ich ein besondres Gehäuse für den Regulator gemacht, wodurch zwei Platten und vier Pfeiler mehr wurden, nebst der großen Platte der Kompensation. Ich suchte daher bei dieser neuen Uhr eine Arbeit zu schonen, die mir ganz unnöthig schien.

Indessen obschon der Regulator dieser neuen Uhr Kraft genug erlangte, und so eingerichtet war, daß die Oscillazionen isochronisch geschahen, so glaubte ich doch zur bewegenden Kraft das Gewicht brauchen zu müssen. Die Eigenschaften davon sind in Rücksicht der größern Vollkommenheit einer Seeuhr zu wesentlich, um es zu vernachläßigen.

Nicht weniger machte ich auch noch fernere Versuche in Rücksicht der möglichst vollkommnen Aufhängung, und besonders um zu verhindern, daß die Wirkung der Unruhe dem Gehäuse keine Bewegung mittheilte, eine Wirkung, welche nicht selten Statt findet, und die den genauen Gang der Uhr besonders stören kann.

Dies sind in kurzem die vorläufigen Untersuchungen, die der Bearbeitung von No. 8. vorhergiengen, die ich aber hier nur Auszugsweise liefere, die ich aber doch hier nicht ganz habe übergehen wollen, da sie mir den Weg zu mehrerer Vollkommenheit gebahnet, und ich hoffe, daß sie für die Schiffahrt von Nuzzen seyn dürften.

## Beschreibung der Seeuhr No. 8.

Das Räderwerk dieser Uhr (im Profil) Taf. VII. Fig. 1. besteht aus vier großen Platten, welche drei große Gehäuse bilden, und aus zwei kleinen Platten, welche die zwei kleinen Gehäuse für die Rollscheiben machen.

Die erste große Platte 1 A, A ist die Pfeilerplatte des Räderwerks, die ich auch die Zifferblattscheibe nenne, weil sie die Zifferblätter für die Minuten und Sekunden trägt, so wie auch dasjenige für die Stunden quer durch eine Oefnung in derselben zum Vorschein kommt. Die zweite Platte 2 B, B macht mit derjenigen 1 A, A das Gehäuse für das Räderwerk, und ist zu gleicher Zeit gemeinschaftlich mit der dritten C, C der Pfeiler des Regulators. Die untere Fläche der zweiten Platte B, B bildet mit der kleinen Platte D, D das Gehäuse der drei obern Rollscheiben der Unruhe; und die obere Fläche der dritten Platte C, C macht mit der kleinen Platte E, E das Gehäuse der drei untern Rollscheiben der Unruhe. Die untere Fläche dieser dritten Platte C, C trägt den Mechanismus der Kompensation.

Die vierte große Platte fehlt hier, sie ist die Pfeilerplatte des Gewichts; sie trägt die Pfeiler 4, 5, 6, welche sich mit der dritten Platte C, C verbinden, und machen das dritte große Gehäuse für das Gewichte.

Der Grundriß der Pfeilerplatte des Gewichts, und die Einrichtung derselben ist Taf. XII. Fig. 6. Theil IV. des Uhrmachers vorgestellt, und daselbst beschrieben worden, wohin ich hier verweise.

Die Schnure a des Gewichts geht über die Wechselrolle F, und um den Zilinder G an der Welle des großen Zilinder- oder Stundenrades H. Die Einrichtung dieses großen Rades ist derjenigen von No. 7. vollkommen gleich; es macht gleichfalls innerhalb 12 Stunden einen Umgang, und trägt des Stundenzifferblatt, was an der innern Fläche der Zifferblattscheibe anliegt, und bemerkt die Stunden quer durch die Oefnung an derselben, bei A Fig. 2. Taf. I. Das Stundenzifferblatt kommt in dieser Figur nicht vor, um nicht die Hemmung zu verdekken: dieses Rad trägt wie dasjenige von No. 7, eine Hülfsfeder c zwischen dem Sperr-Rade d und dem großen Rade H, damit die Uhr während dem Aufziehen im Gange erhalten werde, b ist der vierekkige Ansaz zum

Aufziehen des großen Rades; d, d ist das Sperr-Rad der Hülfsfeder c, und l der Sperrkegel.

Das Stundenrad H greift in das Minutentrieb e, dessen verlängerter Zapfen f den Zeiger trägt, welcher die Minuten auf einem kleinen exzentrischen Zifferblatte (B Fig. 2.) anzeigt: das Trieb e trägt das Minutenrad K; dieses greift in das Trieb g, des kleinen mittlern Rades L, und dieses in das Trieb i, dessen verlängerter Zapfen den Sekundenzeiger l trägt, welcher auf dem großen konzentrischen Zifferblatte C Fig. 2 die Sekunden bemerkt.

Die Welle des Sekundentriebs trägt das Rad M, M, welches das Hemmungsrad ist: es hat die Gestalt wie dasjenige von No. 7.; es ist von gehärtetem Stahl, und hat 30 Zähne nach einer geneigten Fläche, welche auf die Lappen von Rubin wirken, und auf dem Zilinder m stehen. Die Einrichtung dieser Lappen und der Hemmung ist die nämliche als ich bereits angeführt habe, worauf ich mich hier beziehe.

Der obere Zapfen der Welle des Zilinders m läuft in einem Loche des Stegs n oberhalb der Zifferblattscheibe: dieser Steg ist sehr nuzbar, um der Hemmung den angemessenen Eingriff zu geben, nachdem man sie gemacht hat; auch dient er zu Abnehmung des Zilinders, ohne das Gehäuse des Räderwerks zu stören. Das andre Ende der Welle des Zilinders m hat einen Zapfen, welcher in der zweiten Platte läuft; diese Welle trägt das Rechenrad N, welches in das Trieb o o der Unruhe greift.

Das Trieb o der Unruhe ist vermöge eines Stifts befestiget, so daß das Ende der Welle der Unruhe außerhalb den Rollen kommt: dieses Trieb hat, wie dasjenige der Uhr No. 7, eine kurbelartige Krümmung p, welche das Ende der Aufhängungsfeder q aufnimmt; das obere Ende dieser Feder liegt in dem Bakken r am Stege für die Aufhängung O P oberhalb der zweiten Platte B, B; die Einrichtung der Bakken der Feder und des Stegs für die Aufhängung ist gleich derjenigen von No. 7.

Der obere Zapfen s der Welle der Unruhe läuft zwischen den drei Rollscheiben 7, 8, 9, und der untere Zapfen t zwischen den Rollscheiben 10, 11, 12 im untern Gehäuse.

Damit nun jeder Zapfen der sechs Rollscheiben der Unruhe genau einerlei Druk erhalte, und um die Anreibung dieser Zapfen, so viel als möglich, gleich zu vertheilen, so steht jede Rollscheibe genau in der Mitte der Länge der Welle, d. i. in gleicher Entfernung ihrer Zapfen. Um den Rollen diese Eigenschaft zu geben, hat man die drei Wellen der Rollscheiben in jedem Gehäuse von ungleicher Länge machen müssen, und folglich, anstatt die Rollscheiben in das Gehäuse ganz einfach einzuhängen, wie ich ehedem gethan, werden

werden die Zapfen oberhalb von den Rollscheiben 7, 8, 9 von den Stegen 13, 14 an der zweiten Platte B, B getragen. Die untern Zapfen der Rollscheiben 10, 12 laufen in den Stegen 15, 16.

Die Unruhe Q, Q wird durch zwei Schrauben v, v auf einen an der Welle der Unruhe s t befestigten Puzzen gehalten.

Als die Uhr No. 8. beendiget war, und ich eine Spiralfeder gefunden, welche die für den Isochronismus erforderliche Progression hatte, so gab ich, da ich die Unruhe zu leichte für diese Spiralfeder fand, anstatt die Unruhe schwerer zu machen, dem Umkreise Q, Q derjenigen, welche bereits fertig war, Massen 16, 17, 18, vermöge welcher ich denn im Stande war, die Uhr sehr leicht zu reguliren, ohne die Unruhe selbst weiter zu stören, indem ich diese Massen anfangs schwerer machte, als mir die Berechnung angegeben, wo ich sie denn nach und nach verminderte. Bei Anbringung dieser Massen wollte ich mich ihrer zugleich auch bedienen, um die Uhr aufs genauste zu reguliren, ohne sie mehr oder weniger schwer zu machen, indem ich sie entweder dem Mittelpunkte der Unruhe näherte oder davon entfernte. Dieserwegen ist es denn, daß ich sie auf Aufsäzze am Umfange der Unruhe aufschraubte; allein in der Folge habe ich die Massen ganz befestiget, weil ich fand, daß, ob sie schon alle drei von einerlei Schwere waren, in dem nämlichen Schraubengange geschnitten, und in gleicher Anzahl graduirt, sie demohnerachtet bei Näherung um einerlei Menge an Graden, das Gleichgewicht der Unruhe störten.

Das untere Ende der Welle der Unruhe, was außerhalb den Rollscheiben vorspringt, trägt die Rolle der Spiralfeder, welche wie bei No. 7. eingerichtet ist: die Spiralfeder R, die an dieser Welle befestiget ist, liegt innerhalb der dritten Platte C, C. Der Spiralfederhalter 28 R ist vermöge des Schiebers 28 auf dem Arme x der Welle y eingerichtet: diese mit der Spiralfeder konzentrische Welle hat zwei Zapfen, welche in dem Stege TT unterhalb der Platte CC laufen.

Der Schieber 28 des Spiralfederhalters R wird vermittelst einer Druckschraube auf dem Arme x befestiget: man kann bei Loslassung der Schraube diesen Schieber dem Mittelpunkte der Welle entweder nähern oder davon entfernen, je nachdem es erforderlich ist, damit die Spiralfeder in dem Einschnitte des Spiralfederhalters liege.

Der Arm z der Welle des Spiralfederhalters hat den Schieber V, welcher auf diesem Arme vermittelst einer Druckscheibe befestiget wird: dieser Schieber hat eine zweite Schraube, deren Ende sich auf das Ende des großen Hebels X der Kompensation stüzt: der kleine Arm Y des großen Hebels XY stüzt sich auf das Ende der beiden messingenen Triangel in der Mitte des Rosts ZZ der Kompensation.

Der

Der Steg T trägt eine kleine runde Feder 19, deren Ende nahe an der Welle auf einen Arm 20 wirkt; vermöge dieser Wirkung der Feder stüzt sich das Ende der Schraube des Schiebers V beständig auf den großen Arm des Kompensationshebels, und der kleine Arm Y auf das Ende des Rosts, solchergestalt, daß die Verlängerung oder Verkürzung dieses Rostes sich dem Spiralfederhalter mittheilt, welcher dem Eindrukke folgt, und die Spiralfeder der Kompensation gemäß verlängert oder verkürzt.

Um den Weg des Spiralfederhalters zu vermehren oder zu vermindern, (wenn der Kompensationsrost der nämliche bleibt, wie es seyn muß), habe ich den Schieber V auf seinen Arm z beweglich gemacht, solchergestalt, daß wenn man den Schieber seiner Axe nähert oder davon entfernt, dieses den von dem Spiralfederhalter durchlaufenen Weg vermehrt oder vermindert, und folglich die Kompensation mehr oder weniger stark macht. Es ist daher zur Kompensation hinreichend, durch Versuche den Punkt auszufinden, wo dieser Schieber auf dem Arm z befestiget werden müsse, damit die Uhr vermöge der Wärme oder Kälte, weder zu früh noch zu späte gehn.

Um zu wissen, wie viel der Weg beträgt, den der Spiralfederhalter bei verschiedenen Graden der Temperatur durchläuft, hat seine Welle einen Zeiger 20, 21, dessen Ende 21, welches den Zeiger macht, auf dem graduirten Limbus W die von dem Spiralfederhalter durchlaufenen Grade bemerkt.

Die Welle des großen Hebels XY hat zwei Zapfen, deren einer in der Platte C, C, und der andre in dem Stege 22 lauft: dieser Steg ist vermöge einer starken Schraube auf die Platte C, C befestiget: dieser nämliche Steg trägt auch den Kompensationsrost ZZ, dessen Querstab 23, 23 durch zwei Schrauben mit konischen Köpfen auf die Oberfläche des Stegs 22 befestiget wird.

## Grundriß der Uhr No. 8.

Ich habe auf diesem Grundriß, so wie ich immer gewohnt bin *), alles das angebracht, was zum Laufwerke der Uhr gehört: Räder, Pfeiler, Stege, Rollscheiben, selbst die Lage der Löcher für die Stifte in den Platten, um durch beide die Löcher für die Pfeiler, Zapfen u. s. f. zu bohren. Auf diese Art erleichtert ein solchergestalt gehörig vertheilter Grundriß die Bearbeitung einer Maschine sehr, denn nur allein durch dessen Beyhülfe ist man auf gewisse Art im Stande, eine zusammengesezte Maschine nachzuahmen.

A Taf.

*) Ich bearbeite insgemein eine schwache messingene Platte von der wahren Größe als die eigentliche Platte werden soll, worauf ich den ganzen Grundriß verzeichne, und alle Löcher bohre; durch dieses Mittel kann ich auf beide Platten der Uhr die wahre Lage eines Rades und jedes andern Theils übertragen.

A Taf. VII. Fig. 2. ist die Oefnung an der Zifferblattscheibe, wodurch die Stunden, die auf dem Stundenzifferblatte gestochen worden, zum Vorschein kommen, welches vom ersten Rade getragen wird; a ist der Zeiger, der auf der Platte befestiget ist, und die Stunden bemerkt.

B ist ein Theil des Minutenzifferblatts, exzentrisch gegen das große Zifferblatt: C ein Theil des Sekundenzifferblatts konzentrisch mit dem großen.

D ist das große Zilinder= oder Stundenrad von 240 Zähnen; E das Sperr=Rad der Hülfsfeder von 150 Zähnen: F das Sperr=Rad der Sperrung von 100 Zähnen: G ist die Größe des Zilinders, die Linie b c stellt die Schnure des Gewichts vor, welche über die Wechselrolle c d geht, die von den zwei kleinen Stegen 1, 2 gehalten wird.

Das große Zilinderrad D greift in das Minutentrieb e: der Zirkel B stellt das Minutenrad vor, welches 100 Zähne hat: das Trieb e hat 20 Stäbe.

Das Rad B greift in das Trieb f von 20 Stäben: dieses Trieb trägt das kleine mittlere Rad H von 150 Zähnen: es greift in das Trieb g von 20 Stäben, welches das Sekundentrieb ist: es trägt das Hemmungsrad I von 30 Zähnen, welches in den Zilinder h mit Lappen von Rubin greift, dessen Welle das Rechenrad L trägt, welches in das Trieb der Unruhe l greift.

M, N, O sind die Rollscheiben der Unruhe, und m, n, o ihre Stege: der Steg m der Rollscheibe M hat zwei Schrauben, weil die Füße etwas Spielraum haben, um bei Näherung oder Entfernung vom Mittelpunkte der Unruhe dem Zapfen der Unruhe zwischen ihren Rollscheiben mehr oder weniger Spielraum geben zu können; die zwei Schrauben dienen also, die beweglichen Stege zu befestigen: die andern Stege sind in ihrer Lage befestiget.

P l ist der Steg der Aufhängung der Unruhe.

p, p, p sind die Pfeiler der kleinen Gehäuse der Rollscheiben: Q, Q, Q die drei großen Pfeiler des zweiten Gehäuses, oder des Gehäuses des Regulators: R, R, R, R die vier Pfeiler des ersten Gehäuses für das Laufwerk: S, S, S die drei Pfeiler des dritten Gehäuses für das Gewicht.

Der kleine Zirkel q zeigt die wahre Lage, wo das Ende der Schnure des Gewichts angehangen werden soll, damit die Schnuren parallel gehen, und das Gewichte im Mittelpunkte des Gehäuses sich befinde, und frei, ohne an den Pfeilern sich zu reiben, herabgehen könne: der Punkt d ist, wo die Schnure herabgeht.

Die Löcher oder kleinen Zirkel r, r, r, welche die Lage der Füße anzeigen, die durch alle großen Platten gebohrt sind, um das Kaliber oder den Grundriß oberhalb einzurichten, und für die Theile der Uhr in ihren wahren Lagen zu bohren.

Die kleinen Zirkel s, s, s zeigen gleichfalls die Lage der Füße, die in den großen und kleinen Platten gebohrt sind, um die Löcher für die Rollscheiben zu bohren.

T ist der Sperrkegel, welcher das Hülfssperr-Rad zurückhält, damit die Feder, welche dieses Sperr-Rad spannt, die Uhr während dem Aufziehen im Gange erhalte.

Die Zirkel V, V stellen das Feld der Unruhe vor: der äußere Strich bemerkt zu gleicher Zeit die Größe der Unruhe, und die Größe der kleinen Platten der Rollscheiben: die kleine Platte der Rollscheiben D, D Fig. 1. ist für den Durchgang der Massen der Unruhe vermindert worden.

## Mechanismus der Kompensation.

Fig. 1. Taf. VIII. enthält den Grundriß des Mechanismus der Kompensation unterhalb der dritten Platte: A, A ist die untere Fläche der dritten großen Platte, welche ich die Kompensationsplatte nennen will: a, a, a sind die Löcher für die Pfeiler zum Gehäuse des Gewichts: b, c, d sind die Stege für die Rollscheiben: diese Stege tragen stählerne Plättchen e, e, e, um das Ende der Zapfen der Rollscheiben aufzunehmen, und die Anreibungen der Ansäzze dieser Zapfen zu vermeiden: der Steg b hat zwei Schrauben, um diesen Steg genau zu befestigen, nachdem der Welle der Unruhe zwischen den Rollscheiben der gehörige Spielraum gegeben worden.

Der große Steg B trägt den Kompensationsrost vermöge des großen Querstabes D dieses Rosts, welcher durch zwei Schrauben gegen die Säule des Stegs befestiget wird.

Der Steg B, D dient zu gleicher Zeit den großen Kompensationshebel E zu unterstüzzen und auf seinen zwei Zapfen sich bewegen zu lassen, welcher bei f die Bewegung hat, und Fig. 2. perspektivisch vorgestellet worden. Der kleine Arm F dieses Hebels hat einen stählernen Stift, welcher sich in einen runden Kopf g endiget, der auf einen gleichfalls gehärteten Theil von Stahl aufzusizzen kommt, der sich am Ende der mittlern messingenen Stangen des Kompensationsrostes D, C befindet. Vermöge dieser Einrichtung, obschon die Stangen etwas Spielraum haben, geschieht doch ihre Wirkung auf den Hebel, oder auf den Arm F jederzeit in gleicher Entfernung vom Mittelpunkte f.

Das

Das Ende G des großen Hebels E, G Fig. 1. wirkt auf die Schraube des Schiebers i am Arme l des Spiralfederhalters H, i, l, welcher Fig. 3. perspektivisch verzeichnet ist: durch dieses Mittel bewegt die Ausdehnung und Zusammenziehung des Kompensationsrostes den Spiralfederhalter H um die Spiralfeder I, L, und macht sie länger oder kürzer, je nachdem die Kompensation es erforderlich macht.

Das kleine Plättchen m Fig. 1. am Ende des Stegs M des Federhalters hat eine gerade Feder, welche auf einen Absaz nahe an der Welle des Spiralfederhalters stößt, und das Ende der Schraube des Schiebers i nöthiget, auf das Ende des großen Hebels zu wirken, und treibt solchemnach den Arm F dieses Hebels, daß er beständig auf das Ende des Rosts drükt, damit er den Bewegungen desselben folge.

p ist der Arm des Zeigers o, welcher auf dem eingetheilten Limbus N den von dem Spiralfederhalter durchlaufenen Weg bemerkt.

Das äußere Ende L der Spiralfeder ist vermittelst eines Vorstekkers n an den beweglichen Spiralfederkloben O befestiget, welcher auf der Platte vermöge einer Schraube aufgeschraubt wird, wenn die Spiralfeder ihre freie Lage erhalten hat.

Die Spiralfeder liegt innerhalb der Stärke der Platte A, A, damit sie ganz gegen die Rollscheiben sei, und damit ihre Wirkung sich weniger auf die Rollscheiben äußere; da nun die Platte solchergestalt durchbrochen ist, so hat man den Zapfen des Spiralfederhalters nicht in der Platte selbst laufen lassen können. Aus dieser Ursache ist es denn, daß P und M einen doppelten Steg oder Gehäuse für den Spiralfederhalter bilden: der Steg P, welcher auf der Platte durch die Schraube 1 und durch zwei Füße befestiget ist, nimmt den Zapfen des Spiralfederhalters von Seiten der Platte auf; und der Steg M, welcher auf den ersten P durch die Schraube 2 und zwei Füße befestiget worden, hält den andern Zapfen des Spiralfederhalters.

Der Steg B des großen Hebels E, F, G trägt an seinem Ende eine Platte D, welche durch die Schraube 3 am Ende des Stegs B befestiget worden: diese Platte durch starke Füsse unterstüzt, dient für das Loch f des Zapfens des großen Hebels: nimmt man diese Platte weg, so kann man den Hebel wegnehmen, ohne den Rost zu stören, so wie der Steg B, welcher ihn trägt, weiter gleichfalls nicht gestört wird.

Die Schraube 4 befestiget den Steg B auf der Platte A, A vermittelst zwei starker Füße oder Zapfen, da es nothwendig ist, daß dieser ganze Theil der Kompensation vollkommen feste sei.

Die punktirten Zirkel Q, Q, Q bezeichnen die Rollscheiben und ihre Intersektionen: zwischen diesen Rollscheiben liegt die Welle der Unruhe, in der Oefnung, welche in der Platte für die Spiralfeder gemacht worden.

R, R, R sind die Enden der Zapfen der Pfeiler des kleinen Gehäuses der Rollscheiben.

Fig. 2. stellt perspektivisch den großen Kompensationshebel vor: a ist der Zapfen, welcher in der Platte lauft, und b derjenige, welcher sich in der Platte des großen Stegs des Rostes bewegt: F ist der kleine Arm von dem nämlichen Theile wie die Welle gebildet: g ist der Stift, der sich in einen Kopf endiget, um auf den vorspringenden Theil der Stangen in der Mitte des Rostes zu wirken: dieser Stift geht in ein Loch an der Platte oder an dem Arme F, und ist daselbst vernietet: G ist der große Hebel, dessen Ende von gehärtetem Stahle auf die Schraube des Schiebers des Federhalters wirkt: die Röhre c dieses Hebels geht gedrange an die Welle a der Hauptwelle. Es ist wesentlich erforderlich, daß diese Anreibung der Röhre an die Welle stark sei, damit sie sich nicht besonders und allein für sich bewegen könne.

Fig. 3. stellt den Federhalter perspektivisch vor: der Zapfen a lauft in dem untern Stege P Fig. 1. und der Zapfen b in dem Stege M: c ist der Spiralfederhalter, dessen Schieber d sich auf dem Arme l bewegt, und den man durch die Schraube 1 befestiget: der Schieber i bewegt sich gleichfalls auf dem Arme l, und wird auf diesem Arm durch die Schraube 2 festgestellt: dieser Schieber trägt die Schraube 3, deren Ende m dient, um auf den großen Kompensationshebel zu wirken: man bedient sich dieser Schraube, die sich auf dem Schieber mit starker Anreibung bewegt, um die Uhr aufs genaueste zu reguliren. Man hat bereits gesehen, daß dieser Schieber i auf dem Arme l beweglich ist, um geschwind den Punkt der Kompensation zu finden: p, o ist der Arm des Zeigers, und o der Zeiger selbst, welcher auf dem Limbus N Fig. 1. den Weg des Spiralfederhalters bemerkt, wenn die Uhr nach der Temperatur einen verschiedenen Gang hat."

## Von der Rolle und dem Spiralfederkloben.

Wir haben bereits angemerkt, als wir von der Spiralfeder handelten, wie nothwendig es sei, daß ihre beiden Enden genau befestiget wären, daß aber jedoch die Spiralfeder sich in einem vollkommnen freien und ungezwungenen Zustande befände. Um zu diesem Entzwecke bei meiner ersten Seeuhr zu gelangen, hat man gesehen, daß das innere Ende in einem Bakken befestiget ist, der nach der Krümmung der Spiralfeder die Gestalt erhalten; dieser Bakken war durch zwei Schrauben befestiget; eben so war auch

das

das innere Ende durch zwei Schrauben befestiget: die Größe der Dimensionen dieser Uhr machte mir diese gute Einrichtung sehr leicht möglich: die Uhren, die ich in der Folge bauete, da sie nicht so groß waren, und keine so starke Spiralfedern hatten, ließen mich vermuthen, daß es hinreichend sei, wenn ich sie befestigte, wie man an Taschenuhren thut, wo es blos vermittelst des Druks der Stifte geschieht. Ich ward aber bald genöthiget, diese Behandlung, die für Taschenuhren sehr gut ist, zu verlassen, da sie bei Seeuhren nicht anwendbar wird: die ganze Schwierigkeit war, die nämliche Bauart an Seeuhren anzubringen, welches ich denn glüklicher Weise bei No. 8. bewirkt, so daß das Verfahren sehr einfach geworden; indessen blieb noch eine Vollkommenheit übrig, die ich dem Spiralfederkloben zu geben hatte.

Ich hatte bemerkt, daß so wie das Blech der Spiralfeder nicht vollkommen gerade war, wenn das äußere Ende der Spiralfeder angezogen würde, ein Ende oder eine Seite des Spiralfederkloben gehoben oder niedergedrükt wurde, so daß bei Anziehung des Spiralfederkloben die Feder einen gewissen Zwang erlitt, und die Oscillazionen der Unruhe dieserwegen weniger frei waren. Diese Schwierigkeit hatte ich dadurch gehoben, daß ich unterhalb dem Spiralfederkloben verhältnißmäßig abfeilte, so daß er platt aufsaß, so wie die Länge der Spiralfeder gefunden war; indessen war mir dieses Verfahren niemals so genau als ich wünschte, und es waren, um ihn sicher anzuhalten, Versuche nöthig, die ich nicht liebe. Um diesem Fehler auszuweichen, habe ich auf die Grundfläche des Spiralfederkloben vier Schrauben befestiget, welche zu dieser Absicht dienen, und mir sehr gut gelungen ist.

Man sieht den Spiralfederkloben und die Rolle der Spiralfeder Fig. 4 und 5, und ihre Beschreibung selbst in der Folge bei der Uhr No. 10.

## Genaue Dimensionen aller Theile der Seeuhr No. 8.

### Höhe der ganzen Uhr.

Die ganze Höhe aller Gehäuse bis oberhalb der Zifferblattscheibe beträgt 13 Zoll 10 Linien.

Pfeiler von Stahl des Gehäuses für das Gewicht 10 Zoll 6 Linien.

Höhe der Stege der Platte des Gewichts 2 Zoll 5 Linien.

Fall für das Gewicht 8 Zoll.

Stärke der stählernen Pfeiler 6 Linien.

Zapfen 4 Linien.

Rollen des Gewichts 15 Linien im Durchmesser; Zapfen $\frac{18}{48}$.

Stärke der Platte, welche die stählernen Pfeiler trägt $1\frac{1}{2}$ Linien.

Platte des Gewichts 1 Linie.

Großes Gehäuse des Regulators, Pfeiler 21 Linien Höhe.

Kleines Gehäuse des Regulators, Pfeiler 15 Linien Höhe.

Höhe des Stegs der Aufhängung der Unruhe, von oben gemessen, das Plättchen eingerechnet, 23 Linien.

Gehäuse des Gehwerks 13 Linien, Stärke der Zifferblattscheibe $1\frac{1}{2}$ Linien, im Durchmesser 6 Zoll $6\frac{1}{2}$ Linien, die übrigen 6 Zoll 6 Linien.

## Mechanismus der Kompensation.

Höhe des Stegs des großen Hebels, oberhalb genommen, 2 Zoll $5\frac{1}{2}$ Linien.

Breite der Querstäbe des Rosts 28 Linien.

Länge des Rosts außerhalb 6 Zoll 4 Linien.

Stärke der Triangel $1\frac{4}{12}$ Linien.

16 Triangel.

Großer Kompensationshebel, Berührungspunkt 30 Linien; Zapfen $\frac{9}{12}$.

Kleiner Arm des großen Hebels vom Mittelpunkte $2\frac{1}{12}$ Linien.

Stärke der Welle $2\frac{1}{2}$ Linien.

Der kleine Kompensationshebel ist mit der Unruhe konzentrisch.

Der Arm, welcher mit dem großen Hebel verbunden ist, trägt einen Schieber, dessen Schraube der Berührung $2\frac{1}{2}$ Linien von ihrem Mittelpunkte entfernt ist; Höhe der Welle des kleinen Hebels 11 Linien.

Entfernung des Spiralfederhalters vom Mittelpunkte der Welle $4\frac{1}{2}$ Linien, Zapfen $\frac{7}{12}$.

## Dimensionen des Spiralfederkloben.

Dieser Kloben ist von Messing, allein er sollte von gehärtetem Stahle seyn, wie derjenige bei No. 6 und 7, weil, da die Spiralfeder sehr geschlossene Gänge hat, wenig Stärke am Ende des Bakken übrig bleibt.

Der

Der Pfeiler erhält zur Breite $6\frac{1}{2}$ Linien, Länge 9 Linien ohne den Bakken, Länge des Bakken 2 Linien.

Die Höhe ist der Breite der Spiralfeder verhältnißmäßig, hier 3 Linien. Hätte die Spiralfeder $2\frac{1}{2}$ Linien, so wäre es besser, mithin hätte der Bakken eine Höhe von ohngefähr 4 Linien; Stärke des Bakken $2\frac{1}{2}$ Linien.

Der Einschnitt hält $1\frac{1}{2}$ Linien, mithin der Schieber, welcher durch die Schraube befestiget wird, hat zur Stärke beinahe 1 Linie.

Die vier Schrauben an dem Pfeiler zum Stellen, damit die Spiralfeder keinen Zwang erleide, sind von Messing, damit sie auf der Platte nicht reiben.

Höhe des Ringes, welcher das Werk trägt, zwischen dem Glase und dem Ringe, worauf die Zifferblattscheibe aufsizt, $10\frac{1}{2}$ Linien.

Die Spiralfeder ist No. 15 bezeichnet, ihre Breite $1\frac{4}{12}$ Linien (sollte seyn $2\frac{1}{4}$ Linien); Länge im Ganzen 11 Zoll, zum Zuge werden blos $9\frac{1}{2}$ Zoll beinahe angewendet, indem 18 Linien von dem Spiralfederhalter bis zu Ende sind: sie trägt 25 Gran; von dem Punkte, wo sie vom Spiralfederkloben gehalten wird, macht sie $7\frac{1}{4}$ Umgänge.

In diesem Punkte hat sie zum Durchmesser $8\frac{1}{2}$ Linien.

Die Entfernung des Punkts, wo die Spiralfeder vom Spiralfederkloben gehalten wird, bis zu demjenigen, wo der Spiralfederhalter wirkt, ist $5\frac{1}{2}$ Linien, oder ohngefähr 80 Grad; Stärke der Spiralfeder $\frac{5}{48}$.

## Laufwerk oder Räderwerk.

Das große Zilinderrad hat 240 Zähne, $36\frac{1}{2}$ Linien im Durchmesser, Stärke $\frac{10}{12}$.

Stärke des Sperr-Rads der Hülfsfeder $\frac{8}{12}$, Durchmesser $33\frac{1}{2}$ Linien; es hat 150 Zähne; Hülfsfeder von gleichem Durchmesser wie das Sperr-Rad, Stärke $\frac{11}{12}$, Breite $1\frac{1}{2}$ Linien.

Sperr-Rad 28 Linien, Stärke $\frac{10}{12}$, hat 100 Zähne.

Durchmesser des Zilinders $23\frac{1}{2}$ Linien ohne die Gänge; Höhe nebst dem Rande 3 Linien.

Es enthält drei Gänge für die Schnure.

Stärke der stählernen Welle am schwachen Ende $1\frac{9}{12}$ Linien: Stärke der Röhre, um welche sich der Zilinder legt, $2\frac{7}{12}$ Linien.

Stärke

Stärke des Zapfen von der Seite des vierekkigen Ansazzes zum Aufziehen $1\frac{6}{12}$ Linien; der andre Zapfen $1\frac{4}{12}$ Linien.

Stärke der Röhre, um welche das Stundenzifferblatt geht, 3 Linien.

Minutenrad $19\frac{4}{12}$ Linien, hat 160 Zähne.

Dessen Stärke $\frac{4}{12}$.

Sein Trieb 20.

Der Zapfen, welcher den Minutenzeiger trägt $\frac{18}{48}$; der andre Zapfen $\frac{16}{48}$.

Kleines mittleres Rad 18 Linien im Durchmesser, hat 150 Zähne; Stärke $\frac{4}{12}$, sein Trieb 20, seine Zapfen $\frac{13}{48}$.

Hemmungsrad von Stahl, Durchmesser 18 Linien, hat 30 Zähne, Stärke $\frac{4}{12}$.

Zapfen, welcher den Sekundenzeiger trägt $\frac{13}{48}$, der andre Zapfen $\frac{11}{48}$.

Rad der Unruhe 160. (In dem Grundrisse, dessen ich mich bei dieser Uhr bedient, ist das Rad der Unruhe kleiner gezeichnet, damit es zur Seite der Welle des Sekundenrades vorbei gehe, und um einen Steg zu vermeiden, den man bei No. 8. hätte anwenden müssen, um unter der Welle das Rad der Unruhe vorbei gehen zu lassen.) Das Heben der Hemmung 20 Grad, der Unruhe 80 Grad; Stärke dieses Rades $\frac{4}{12}$, seine Zapfen $\frac{8}{48}$; äußerer Durchmesser des Zilinders der Hemmung $2\frac{11}{12}$ Linien.

## Regulator.

Die Unruhe hat $55\frac{7}{12}$ Linien im Durchmesser, Stärke $1\frac{5}{12}$ Linien.

Breite des Feldes $2\frac{5}{12}$ Linien.

Breite vom Mittelpunkte 8 Linien, Stärke $1\frac{1}{12}$ Linien.

Breite der Kreuze am Ende $2\frac{1}{2}$ Linien, nahe am Mittelpunkte $2\frac{8}{12}$ Linien.

Die Unruhe ist schwer 3 Unzen $1\frac{1}{2}$ Quentchen 27 Gran.

## Welle der Unruhe.

Durchmesser des Puzzen, wecher die Unruhe trägt, $6\frac{10}{12}$ Linien.

Stärke des Puzzen für das Loch der Unruhe $2\frac{4}{12}$ Linien, Stärke der Welle $1\frac{1}{2}$ Linien, der Zapfen $\frac{11}{12}$.

Roll-

## Rollscheiben.

Die Rollscheiben haben $28\frac{1}{2}$ Linien im Durchmesser, Stärke $\frac{5}{12}$.

Breite des Feldes oder Ringes $2\frac{2}{12}$ Linien.

Sie haben 6 Kreuze.

Breite der Kreuze nahe am Ringe $1\frac{1}{12}$ Linien, nahe am Mittelpunkte $1\frac{10}{12}$ Linien.

Stärke der Puzzen 4 Linien.

Stärke des Puzzen an der Stelle der Vernietung der Rollscheiben $2\frac{4}{12}$ Linien.

Stärke des Puzzen für die Rollen $1\frac{10}{12}$ Linien.

Stärke der Wellen $1\frac{3}{12}$ Linien.

Eine Rollscheibe nach den oben gegebenen Dimensionen, auf die Welle aufgesezt, ganz beendiget und polirt, ist schwer 3 Quentchen 18 Gran.

Stärke der Zapfen $\frac{8\frac{1}{2}}{48}$.

Höhe der Pfeiler der Gehäuse der Rollscheiben $4\frac{1}{2}$ Linien: das Gewichte beträgt im Ganzen 6 Pfund weniger $1\frac{1}{2}$ Unze = 5 Pfund $14\frac{1}{2}$ Unzen; nimmt man das Blei, die Platte, die Rollen, Steg und Stift 1 Pfund 5 Unzen 1 Quentchen; das Blei wiegt also 4 Pfund 9 Unzen 3 Quentchen.

## Versuche, die mit der Uhr No. 8 geschehen.

Als die Seeuhr No. 8 ganz beendiget war, so ließ ich sie mit einer Spiralfeder gehen, welche $2\frac{1}{2}$ Umgänge machte, die aber sehr groß gewunden war.

Als die bewegende Kraft 9 Pfund betrug, so gieng sie in 2 Stunden um $\frac{1}{2}$ Sekunde zu früh.

Bei einer bewegenden Kraft von $4\frac{1}{2}$ Pfund verweilte sie in 2 Stunden um 12 Sekunden.

Da die großen Bögen ungleich geschwinder waren als die kleinen, so brachte ich an die Uhr eine Spiralfeder an, welche 7 Umgänge machte, und $10\frac{1}{2}$ Linien im Durchmesser hielt: die Oscillazionen waren merklich isochronisch, allein die Feder war zu schwach.

Ich bemerkte, daß, nachdem die Uhr einige Zeit gagangen war, der Ausschwenkstift der Unruhe, welcher vorher 0 stand, sich um 5 Grad geändert hatte, welches ein Beweis war, daß die Feder sich geöffnet hatte.

Ich brachte an die Uhr die Spiralfeder No. 3 an, nachdem ich sie auf der elastischen Wage untersucht; sie machte 8 Umgänge, und zog 13 Gran bei 5 Grad, und hatte $8\frac{1}{2}$ Linien im Durchmesser; da die Progression der Kraft vollkommen gleichförmig war, so mußten die Oscillazionen isochronisch werden. Ich untersuchte diese Feder, indem ich die Uhr mit Gewicht von verschiedener Schwere gehen ließ, wo denn die Oscillazionen, obschon sehr ungleich an Größe, isochronisch waren.

Die Spiralfeder No. 3 solchergestalt untersucht, sahe ich als sehr gut an, und diente zum Beweis meiner Theorie über die Federn, und über die Gesezze, welche die Progression ihrer Kräfte befolgen muß; allein ich fürchtete, daß wenn diese Feder verschiedenen Temperaturen ausgesezt würde, und besonders der Wärme, sie ihre Gestalt verändern dürfte, ohne sich zu öffnen, wie ich bereits bei andern erfahren. Ich wollte mithin versuchen, ihre Gestalt beständig zu machen, wenn ich sie ganz aufgewunden härtete, allein es wollte mir nicht gelingen, und ich verlohr solchemnach eine sehr gute Feder; denn die Hizze machte, daß sich die Spiralfeder öffnete, und sie ganz ihre Gestalt verlohr: ich ließ sie daher an, und bearbeitete sie, um davon die Dimensionen zu nehmen, und darnach andre machen zu lassen: sie war 12 Zoll 4 Linien lang, breit $1\frac{7}{12}$ Linien, stark $\frac{5}{48}$, schwer 41 Gran.

Ich brachte an die Uhr eine Spiralfeder No. 4. welche $7\frac{3}{4}$ Umgänge machte: die Oscillazionen waren merklich isochronisch. Ich ließ die Uhr gehen, indem ich ihr verschiedene Neigungen gab, und fand, daß, obschon die Bögen der Vibrazionen etwas an Größe verschieden waren, doch dieses nicht den Gang der Uhr änderte. Ich hätte mich, zufrieden bei einem so wichtigen Punkte, an diese Spiralfeder halten sollen, daß ich sie in diesem Zustande gelassen; allein die nämliche Furcht vor Abänderung, die sie in ihrer Gestalt annehmen dürfte, machte wieder, daß ich es wagte, diese Feder zu härten, indem ich alle Vorsicht nahm, um diese Veränderung der Gestalt zu vermeiden, während dem ich sie zum Härten heiß werden ließ: alles war unnüz, und ich verlohr auch diese Feder; allein endlich ließen mich diese beiden Zufälle suchen, die Gestalt der Spiralfeder zu sichern, ohne sie zu härten, wozu ich vermöge des Verfahrens gelangte, das ich bereits angegeben habe, und wovon ich die Bearbeitung im folgenden noch weiter mittheilen werde. Dieses Verfahren besteht darin, daß man die Spiralfedern sehr stark heiß werden läßt, ohne jedoch ihre Farbe abändern zu lassen; sie öffnen sich jezt ein wenig, und wirft man sie, solchergestalt heiß gemacht, in Wasser, so werden sie ihre Gestalt nicht so verlieren, als es bei einer Hizze über derjenigen, die sie erhalten, geschieht.

Ich brachte an die Uhr eine Spiralfeder No. 7, welche $7\frac{1}{2}$ Umgänge machte, und 13 Gran zog. Da die großen von der Unruhe beschriebenen Bögen geschwinder waren als die kleinen, so schwächte ich zu verschiedenen Malen den äußern Umgang der Spi-

Spiralfeder, so daß durch dieses Mittel ich dahin gelangte, die Oscillazionen isochronisch, und selbst die großen Bögen langsamer zu machen: eine entgegengesezte Wirkung als erstlich geschahe, welche aber leicht zu verbessern war, wenn man die Spiralfeder verkürzte.

Ich wollte diese Spiralfeder stark genug erhizzen, um das Ende davon blau anzulassen, und dadurch ihre Gestalt zu sichern; allein diese zu große Wärme machte wieder, daß ich diese Feder einbüßte. Diese verschiednen Zufälle, weit entfernt mich abzuschrekken, dienten vielmehr, mich noch mehr aufzumuntern, da nur durch die bereits erfahrenen verschiedenen Hindernisse es geschehen ist, daß ich dahin gelangte, diesem Theile eine Vollkommenheit zu geben, wozu ich ohne diese Schwierigkeiten nicht gelanget wäre.

Endlich nach verschiedenen Versuchen, um eine gute Spiralfeder zu erhalten, nachdem ich verschiedene sehr gute eingebüßt, blieb ich bei derjenigen No. 19, die eine gute Stärke hatte, und womit die Oscillazionen merklich isochronisch waren, die großen Bögen etwas schneller, ohngefähr in einer Stunde um ½ Sekunde; allein aus Mangel an Zeit zu ihrer Vervollkommnung, wandte ich sie in diesem Zustande an.

Mit dieser Spiralfeder regulirte ich die Uhr, indem ich der Unruhe drei kleine Massen gab, um ihr die gehörige Schwere zu verschaffen.

Als die Uhr regulirt war, so ließ ich sie poliren; und nachdem ich sie mit Sorgfalt zusammengesezt, so beschäftigte ich mich mit der Kompensation, um sie auf ihren gehörigen Punkt zu bringen. Folgende sind die Dimensionen, wo ich den Mechanismus der Kompensation befestiget, nachdem er regulirt worden.

Der Stift des kleinen Arms des großen Kompensationshebels, welcher auf den Rost wirkt, ist vom Mittelpunkte des Hebels gegen 3 Linien entfernt: der große Hebel von dem Berührungspunkte der Schraube des Schiebers bis zum Mittelpunkte dieses Hebels ist 30 Linien: die Schraube des Schiebers des Spiralfederhalters ist vom Mittelpunkte seiner Welle 3 Linien entfernt.

Nachdem die Uhr solchergestalt beendiget und regulirt worden, so ließ ich sie, ohne weiter etwas daran zu ändern, vom 13. September 1768 bis zum folgenden 12. Oktober, den Tag vor dem Abgange dieser Uhr nach Rochefort gehen: während dieser Zeit war ihr Gang hinlänglich regelmäßig, so daß ich auf einen glücklichen Erfolg hoffen durfte: die vortheilhafte Einrichtung dieser Maschine diente zu meiner Bestätigung noch mehr als dieser kurze Versuch.

## Zustand der Seeuhr No. 8. zu Paris den 13. Oktober 1768 vor ihrem Abgange nach Rochefort.

Bei einem Stande des Thermometers zu $13\frac{3}{4}$ Grad war der Rechen oder Zeiger des Spiralfederhalters zu $13\frac{1}{2}$ Grad: die Bögen der Vibrazion 240 Grad.

Als die Uhr No. 8 nach Rochefort gekommen, so fand ich, daß bei einem Stande des Thermometers auf 14 Grad der Zeiger des Spiralfederhalters nur 12 war. Ich schrieb diese Veränderung des Spiralfederhalters den heftigen Stößen des Wagens zu, welche auf die Wendung des Kompensationshebels gewirkt, welcher nur gedrange an seine Welle angeschoben ist. Ich befestigte ihn aufs neue; und da der Thermometer auf 13 Grad stand, so sezte ich auch den Zeiger auf 13 Grad, und ließ ihn so. Ich machte sodann verschiedene Versuche über den Gang der Uhr vermöge der großen Wärme u. s. f. Bei meiner Zurückkunft nach Paris entwarf ich eine Korrektionstafel zur Korrektion des Ganges der Uhr bei verschiedenen Temperaturen. Folgende ist diese Tafel, die ich dem Minister der Marine übergab, um sie den Herren de Fleurieu und Pingre' nachzuschikken.

## Korrektionstafel für die von der Uhr No. 8 bemerkte Zeit, um ihren Gang bei verschiedenen Temperaturen zu schäzzen.

Die Uhr No. 8 wird bei einer Temperatur von 15 Grad über dem Eispunkt als regulirt angenommen: sie geht also bei Kälte später als bei großer Wärme.

| Grade über dem Eispunkt | | Sekunden |
|---|---|---|
| Bei 5° | zu spät in 24 Stunden | $1\frac{5}{7}$ |
| 10 | | $0\frac{5}{7}$ |
| 15 | als regulirt angenommen | 0 |
| 20 | zu spät | $1\frac{1}{4}$ |
| 25 | | $2\frac{1}{2}$ |
| 32 | | $6\frac{1}{4}$ |

## Auszug des Ganges der Seeuhr No. 8. während den Versuchen auf der See aus dem Journal des Herrn de Fleurieu, welches auf Königl. Befehl herausgegeben worden.

### Zu Rochefort

Vom 15. November 1768 bis 7. December gieng die Seeuhr No. 8 ins Mittel gerechnet nach der mittlern Zeit zu spät um 4,″ 12

Zu

Zu l'Isle d'Aix

Vermöge verglichener Beobachtungen vom 22. December 1768 und vom 18. Januar 1769 betrug der spätere Gang im Mittel von No. 8 5,'' 09

Zu Cadix

Vom 1. bis 4. März tägliche Verspätigung 8,'' 545

Zu la Praya

Vom 13. bis 18. April tägliche Verspätigung 11,'' 61

Zu Fort Royal

Vom 11. bis 15. Mai tägliche Verspätigung 13,'' 475

Zu Cap François

Vom 30. Mai bis 10. Junius tägliche Verspätigung 12,'' 83

Zu Angra

Vom 25. bis 31. Julius tägliche Verspätigung 16,'' 75

Zu Sainte Croix

Vom 18. bis 23. August tägliche Verspätigung 19,'' 275

Zu Cadix

Vom 4. bis 10. Oktober tägliche Verspätigung 15,'' 92

Zu l'Isle d'Aix

Vom 1. bis 13. November tägliche Verspätigung 18,'' 605.

### Versuche, welche mit der Seeuhr No. 8 nach ihrer Zurückkunft von der See geschehen, um die Ursachen der Verspätigung ausfindig zu machen.

Um die Ursachen zu finden, welche die Verspätigung der Seeuhren während dem Versuche auf der See bewirkt, machte ich, ehe ich eine Aenderung an diesen Maschinen vornahm, einen Plan, welcher jede Operation, und alle Versuche, die ich dieserwegen anstellen wollte, reguliren sollte. Um zu diesem Entzwekke zu gelangen, machte ich die Untersuchung, deren ich bereits bei Beschreibung der Uhr No. 6. erwähnet habe,

 wor=

worauf ich mich denn beziehe. Dieser Plan war hier noch besonders für die Uhr No. 8 eingerichtet, weill ich noch besonders darauf Rücksicht nahm, die Ursachen des Fehlers dieser Maschine mehr als bei No. 6 ausfindig zu machen, da leztere in vieler Rücksicht nicht diese Vollkommenheit erhalten hatte. Zufolge dieses Plans hoffe ich denn auch mir schmeicheln zu können, die Ursachen des spätern Ganges der Uhr No. 8 ausfindig gemacht zu haben, und eben hierdurch im Stande zu seyn, sie zu verbessern, und die Seeuhren zu vervollkommnen; ehe ich aber diesen lezten Artikel abhandle, muß ich hier noch der Versuche und der geschehenen Beobachtungen erwähnen.

Nachdem ich die Uhr aus ihrem Gehäuse gehoben, so sahe ich nicht die geringsten Merkmale von Rost, noch irgend Flekke, da die Politur des Messings die Farbe nicht geändert hatte: es war nicht der geringste Schmuz oder Staub weder an den Rollscheiben noch an der Welle zu finden; mit einem Worte, die Maschine war so rein, als ich sie vor ihrem Abgange zusammengesezt hatte.

Zu Paris gieng die Uhr vor ihrem Abgange in 24 Stunden um 4 Sekunden zu spät, wenn das Thermometer $13\frac{3}{4}$ und der Zeiger $13\frac{1}{4}$ Grad stand.

Zu Rochefort verweilte die Uhr um 4,″ 12 und nach Ende des Versuchs um 18‴, 60, die Verspätigung war also um 14″, 48 innerhalb 14 Monaten gewachsen. Wir wollen hier den Auszug der geschehenen Versuche anführen, um der Ursachen dieses spätern Ganges und der Größe desselben gewiß zu werden.

1. Versuch. Die Bögen der Vibrazion waren vor dem Abgange 240 Grad; bei Zurückkunft der Uhr hingegen fand ich sie zu 210 Grad: der Unterschied war also 30 Grad.

2. Versuch. Zu Rochefort war das Thermometer 13 Grad und der Zeiger 13; bei der Zurükkehr das Thermometer 14, der Zeiger 13, also der Unterschied ohngefähr 1 Grad, welcher von Rochefort bis Paris sich noch hat vermehren können.

3. Versuch. Die von der Unruhe beschriebenen Bögen waren 210 Grad, wenn die Uhr außerhalb ihrem Gehäuse war, und die Uhr gieng in 24 Stunden um 29″ zu spät; nachdem ich ein Gewicht von $2\frac{1}{4}$ Pfund zugesezt, wurden die Bögen 240 Grad, und die Uhr gieng in 24 Stunden um 21″ zu spät, also der Unterschied 8″ durch Zusezzung des Gewichts vermehrt, und die Bögen um 30 Grad größer: dieser Versuch geschahe, ehe noch irgend eine andre Veränderung vorgenommen worden.

4. Versuch. Nachdem ich der Hemmung Oel gegeben, ohne das alte wegzunehmen, welches blieb und koagulirt war, gieng die Uhr um $21\frac{1}{4}$″ zu spät, anstatt

daß

daß die Verspätigung vorher in 24 Stunden 29″ betragen; der von dem Oele verursachte Unterschied betrug also 7⅖″.

Die Bogen wurden 230 Grad, nachdem ich der Hemmung Oel gegeben, das Oel vergrößerte sie also um 20 Grad. Diese Wirkung wurde von dem frischen Oele verursacht, welches das alte Oel wegstieß.

5. Versuch. Zwölf Unzen zugelegtes Gewicht für die bewegende Kraft, ließen die Unruhe 240 Grad beschreiben, welcher Unterschied in der bewegenden Kraft und in der Größe der Vibrazionen die Uhr in 24 Stunden um 2½″ weniger verspätigen ließ; dieser und der dritte Versuch ist ein Beweis, daß die Spiralfeder nicht isochronisch ist.

Nachdem ich der Hemmung Oel gegeben, gieng die Uhr um 7⅖″ zu früh; diese Wirkung rührt also vornehmlich von dem Nicht-Isochronismus der Spiralfeder her, wie der fünfte Versuch zeigt. Denn wenn 10 Grad Unterschied in den Bogen die Uhr in 24 Stunden um 2½″ mit 12 Unzen zugelegtem Gewichte haben voreilen lassen, so haben 20 Grad zugekommner Unterschied in der Größe der Bogen vermöge der nämlichen Wirkung der Spiralfeder einen Unterschied von 5″ in 24 Stunden bewirken müssen. Da nun das Oel, was der Hemmung gegeben worden, die Uhr um 7⅖″ bei Vergrößerung der Bogen um 20 Grad hat voreilen lassen, so folgt noch, daß bei Wegnehmung von 5″, die dem Nicht-Isochronismus zugehören, die 2⅖″, um welche sie vorgeeilt ist, dem Widerstande oder der Vermehrung der Anreibung der Hemmung seit dem Abgange der Uhr zuzuschreiben sind. Der dritte Versuch dient auch noch zum Beweise für meine Rechnung; denn ehe der Hemmung Oel gegeben worden, vergrößerte der Zusaz eines Gewichts von 2¼ Pfund die Bogen um 30 Grad, und die Uhr gieng in 24 Stunden um 8″ zu früh.

Zwölf Unzen zugelegtes Gewicht für die bewegende Kraft stimmen mit dem zugekommenen Unterschiede in dem Oele des Räderwerks und der Rollscheiben überein.

Man könnte für die von dem Widerstande des Oels in der Hemmung verursachte Verspätigung ein Mittel der Kompensation finden, welches sehr einfach wäre, wenn man die Spiralfeder so einrichtete, daß die großen Bogen langsamer als die kleinen wären, anstatt daß die Spiralfeder, welche während dem Versuche gedient, die großen Bogen geschwinder machte: die Erklärung davon werden wir weiter hin sehen.

6. Versuch. Bei einem Stande des Thermometers auf 14 Grad war das Stellrad 12½ Grad. Ich schob den Zeiger des Spiralfederhalters auf 14 Grad: in diesem Zustande gieng die Uhr um 4″ in 24 Stunden zu früh.

7. Ver-

7. Versuch. Nachdem ich die Hemmung abgenommen, um sie zu reinigen, so ließ ich die Unruhe frei gehen: ihre Bewegung dauerte eine Stunde.

8. Versuch. Nachdem die Hemmung ausgepuzt worden, ließ ich die Uhr gehen, ohne der Hemmung Oel zu geben. Nachdem ich ihr Oel gegeben, so bemerkte ich doch nur einen sehr geringen Unterschied in dem Gange der Uhr: es schien vielmehr selbst, daß ohne Oel die Bögen der Vibrazionen größer wären, und daß die Uhr voreilte. Ich habe oft und eine lange Zeit diesen Versuch wiederholt, und beinahe die nämlichen Resultate gefunden.

9. Versuch. Nachdem das Räderwerk, so wie die Hemmung ausgepuzt worden, sezte ich diese Theile in ihren ersten Stand, gab neues Oel u. s. f. Die Bögen der Vibrazionen sind 230 Grad; der Unterschied also von 10 Grad weniger gehört dem Oele der Zapfen der Rollscheiben u. s. f. zu, und vielleicht ein Theil dieser 10 Grade auch einer kleinen Vermehrung in der Anreibung der Zapfen des Räderwerks, ob ich schon weder wahrgenommen, daß irgend ein Loch sich vergrößert, noch daß ein Zapfen die Politur verloren.

10. Versuch. Nachdem ich das Gehwerk außerhalb seinem Gehäuse gehen lassen, blos auf einer Tafel aufgestellt, und dann wieder in das Gehäuse gesezt und aufgehangen, so gieng die Uhr im leztern Falle innerhalb 24 Stunden um 4″ noch mehr zu früh.

Dieses Voreilen der Uhr, nachdem sie aufgehangen worden, ist gleichfalls noch dem Nicht-Isochronismus der Spiralfeder zuzuschreiben, weil, wenn die Uhr auf den Tisch gesezt worden, die Unruhe durch ihre Vibrazionen das Gehwerk der Uhr erschüttert, wodurch sie vermindert werden, anstatt daß, wenn sie feste steht, diese Wirkung der Unruhe weniger Statt hat, und die Vibrazionen vermehrt werden.

## Resultat und Folgerung der Versuche, deren hier erwähnet worden ist.

Die Verspätigung der Uhr No. 8 war zu Rochefort um 4″, 12, und ist zu Ende des Versuchs 18″, 60 geworden, also ein Unterschied von 14″ 48.

Folgende sind die Ursachen dieser Verspätigung, und die Größe, die jeder Ursache zuzuschreiben ist.

Das Oel an der Hemmung hat die Größe der Bögen um 20 Grad vermehrt, und die Uhr ist um 7⅔″ vorgeeilt; allein vermöge ganz sicherer Versuche, deren ich bereits erwäh-

erwähnet habe, haben 20 Grad Unterschied in der Größe der Bogen vermöge des Nicht-Isochronismus die Uhr um 5″ voreilen lassen; nimmt man sie von $7\frac{2}{5}$″, so bleibt $2\frac{2}{5}$″, eine Größe, die der Veränderung der Anreibung, oder dem Widerstande in der Hemmung zuzuschreiben ist; und für 30 Grad Unterschied in der Größe der Bogen verursacht der Nicht-Isochronismus $7\frac{1}{2}$″, addirt zu demjenigen $2\frac{2}{5}$″; man hat für diese beide Fehler $9\frac{9}{10}$″: bleibt 4″,58, als die Größe, welche der Veränderung zuzuschreiben ist, die in dem Spiralfederhalter geschehen.

## Korrektionen für die Seeuhr No. 8, um ihr die größte Vollkommenheit zu geben.

Von allen Seeuhren, die ich zusammengesezt, und ehedem bearbeitet habe, ist ohnstreitig No. 8 die vollkommenste; indessen damit ihr Gang die größte mögliche Genauigkeit erhalte, war noch verschiedenes beizufügen, was wir hier noch anzeigen wollen: dies soll dazu dienen, um den Seeuhren die fernere Vollkommenheit zu geben.

Wir bemerken hier zuerst, daß, um die Anreibungen zu vermindern, sowohl in den Zapfen des Räderwerks als in denjenigen der Rollscheiben u. s. f. man Oel anwenden muß; so wie nun das Oel sich verdikt, so vermindert es die Größe der Bogen der Vibrazionen; und obschon die ungleichen Bogen isochronisch sind, so wird doch der verschiedene Widerstand, den die Unruhe erfährt, die Dauer der Vibrazionen verändern können. Es ist daher von großer Wichtigkeit, die Anreibungen so geringe als möglich zu machen, und sich eines Oels zu bedienen, welches lange Zeit gleichmäßig flüssig bleibt; man muß von dieser Wahrheit ganz überzeugt seyn, da sie das sicherste Mittel ist, dauernde isochronische Oscillazionen zu erhalten, und dem Regulator die nämliche Größe in den Bogen der Vibrazionen zu geben.

1) Um dahin zu gelangen, der Uhr No. 8, oder jeder andern Maschine dieser Art, die größte Genauigkeit zu geben, muß man schlechterdings eine Hemmung anwenden, welche kein Oel bedarf, und deren Anreibungen folglich die möglichst geringsten wären; allein zu gleicher Zeit müssen auch die Wirkungen dieser Hemmung in jedem Falle sicher seyn und müssen die Natur der freien Oscillazionen der Unruhe nicht stören.

Wollte man aber der Uhr No. 8 die Hemmung lassen, während dem man jedoch diese Maschine vervollkommt, so könnte dies auf eine sehr einfache Art geschehen, daß man nämlich einen Einfall beifügte, welcher einen Oelbehälter trüge, und wodurch das Oel der Hemmung zu verschiedenen Malen während einer Reise erneuert würde. Ich merke hier noch an, daß das Oel für die Hemmung einer Uhr eher vertroknet, als das nämliche Oel für die Zapfenlöcher, weil bei der Hemmung das Oel auf alle Zähne des Rades,

und auf die Oberfläche der Hemmung vertheilt wird, so daß vermöge der großen Oberfläche es der Luft besonders ausgesezt wird; giebt man zu viel Oel, so wird es anderwärts vertheilt u. s. f. Obschon zufolge des achten Versuchs es den Anschein hat, daß die Hemmung der Uhr No. 8 auch ohne Oel geht, so wollte ich es doch nicht wagen, sie ohne dasselbe auf die offene See zu schikken, weil sodann ein Abnuzzen erfolgen dürfte, welches noch gefährlicher als das Oel wäre.

2) Obschon ich sehr darauf sehe, daß eine Seeuhr so eingerichtet und bearbeitet worden, daß die Bogen der Vibrazionen vollkommen von gleicher Größe sind, so ist es indessen doch nöthig, um diesen Maschinen mehr Vollkommenheit zu geben, daß die ungleichen Oscillazionen des Regulators von gleicher Dauer sind d. i. isochronisch. Nun haben wir vermöge Theorie und Erfahrung bewiesen, daß man dahin gelangen könne, diese Eigenschaft vermöge der Spiralfeder zu erhalten: es ist daher erforderlich, dem zufolge die Spiralfeder von No. 8 zu verbessern.

3) Man muß den Mechanismus der Kompensation vollkommen unveränderlich machen: glüklicher Weise ist dies leicht, selbst bei der Uhr No. 8. Dieserwegen muß man die Hebel der Kompensation und des Spiralfederhalters auf ihre Wellen befestigen. Als ich diese Uhr aus einander nahm, um alles zu reinigen, was zum Regulator gehört, so fand ich eine andre Ursache der Veränderung, die Punkte der Berührung der Kompensationshebel hatten sich nämlich gerieben, und es gab einen rothen Staub herum; um nun diese Wirkung zu vermeiden, welche vermöge der beständigen Wirkung der Spiralfeder gegen diese Hebel verursacht wird, muß man den Berührungspunkten etwas Oel geben, diese Theile von gutem Stahl vollkommen hart machen, und den wirkenden Theilen mehr Oberfläche geben, damit die Abnuzzung nicht so groß sei.

4) Um der Uhr mehr Vollkommenheit zu geben, muß man die Aufhängung nicht vernachläßigen: diejenige von No. 8 hatte viele Fehler, 1) daß sie nicht immer wagerecht hieng, weil die Zapfen nicht gehörig genau abgedrehet worden, 2) daß sie nicht eine hinreichende Größe in den Bögen zuließ, so daß bei der Reise von Cadix bis l'Isle d'Aix, wo das Schiff sehr schwankte, das Gehäuse anschlug: Herr de Fleurieu hat angemerkt, daß die Winkel der Bewegungen des Schiffs mehr als 45 Grad betragen konnten; 3) die gewundene Feder ist nicht allein unnüz, sondern schadet selbst, weil die Aufhängung Spielraum haben muß, welches bei dem Schwanken des Schiffs ein gefährliches Springen macht.

Man muß daher das Aufhängen verbessern, und es besonders vollkommen fest und unerschütterlich machen, ihm indessen doch gleiche Freiheit lassen. Ich merke hier noch an, daß es sehr vortheilhaft ist, wenn man ein langes mit einem großen Gewichte beschwer-

schwerres Gehäuse nimmt, welches von den Vibrazionen der Uhr nicht leidet, und solchemnach sicherer den wagerechten Stand behält.

## Korrektionen, die ich an der Seeuhr No. 8. angebracht, seitdem sie zurükgekommen, und ehe sie auf der zweiten Reise auf Befehl des Königs eingeschift worden.

Die eigenen Versuche, welche ich mit den Seeuhren No. 6 und 8 seit ihrer Zurückkunft im Jahr 1769 angestellt, haben gedient, wie wir bereits gezeigt haben, um der Ursachen gewisser zu werden, welche den ganzen Fehler verursacht, und um den eigenen Werth jeder Ursache zu entdekken; zufolge dieser Untersuchung habe ich denn die erforderlichen Korrektionen an diesen Maschinen gemacht, um ihnen eine größere Vollkommenheit zu geben. Ich beschäftigte mich vorzüglich, die Seeuhr No. 8 zu rektifiziren, weil ich dieser Maschine immer einen Vorzug vor derjenigen No. 6 gegeben, und weil ich glaubte, daß sie ihrer Natur nach mehr Genauigkeit geben dürfte. Um so mehr mußte ich, unabhängig von der Liebe, die ein Künstler für die Vervollkommnung seiner Werke haben muß, mich dahin befleißigen, das zu rektifiziren, was bei No. 8 mangelhaft oder fehlerhaft sei, indem ich von der Absicht des Ministers der Marine unterrichtet war, daß diese Uhr zu einer neuen Expedition dienen sollte, bei welcher man verschiedene Methoden zu Bestimmung der Länge zur See berichtigen wolle, und zufolge der Anweisung des Ministers der Marine übergab ich denn meine Uhr No. 8 dem Herrn Chevalier de Borda den 27. September 1771, nachdem ich alle Korrektionen davon gemacht, die ich für die wesentlichsten hielte. Noch weiß ich nicht, welches das Resultat meiner Arbeit seyn wird, und ob sie der Seeuhr No. 8 eine neue Vollkommenheit gegeben. Indessen muß ich doch davon Rechnung ablegen, denn ich glaube, daß, wenn selbst meine neue Arbeit, die ich an dieser Maschine vorgenommen, in der That nicht ganz dem Erfolge entsprechend gewesen seyn dürfte, den ich mir versprochen, sie doch nicht unnüzze sei, und im allgemeinen zur Vervollkommnung der Seeuhren diene, da sie neue Aussichten gewährt. Aus diesen Gründen will ich daher aus meinem Journal über die Korrektionen und wesentlichsten Bemerkungen einen Auszug geben, um das vollkommen zu machen, was meine Seeuhr No. 8 betrift.

Die wesentlichste Korrektion, die ich an der Seeuhr No. 8 zu machen hatte, ist, daß ich der Spiralfeder die Eigenschaft gab, mehr isochronisch zu seyn; ehe ich aber sie abänderte, so untersuchte ich, ob sie nicht zu verbessern sei. Ich versuchte daher die Spiralfeder, daß ich sie verlängerte und verkürzte, um wo möglich, einen Punkt zu finden, wo sie mehr isochronisch würde, da die großen Bögen geschwinder waren als die kleinen.

Um genau zu schäzzen, wie viel der Feder mangele, um in der gehörigen Progression zu seyn, untersuchte ich sie auf der elastischen Wage, indem ich sie an dem nämlichen Punkte anhielt, wo die Spiralfeder wirkte. Nachdem ich sie verlängert hatte, gieng die Uhr bei großen Bögen 2′ 15″ 15‴ zu spät, und bei kleinen Bögen 2′ 16″ 50‴ zu früh, wo diese Spiralfeder auf ihrer Rolle sich befand, ohne sie zu stören.

Die Spiralfeder der Uhr No. 8 mit No. 19 bezeichnet.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bei | 5 Grad der Wage | steht | sie | im Gleichgewicht | mit | $12\frac{1}{2}$ | Gran |
| | 10 | = | = | = | = | 25 | = |
| | 20 | = | = | = | = | $50\frac{1}{2}$ | = |
| | 120 | = | = | = | = | 309 | = |

Wäre die Progression gleichförmig, so müßte das lezte Glied 300 Gran seyn; ein Unterschied von 9 Gran; und dieser Ueberschuß bewirkt einen Fehler von 1″ 35‴ jede Stunde in dem Gange der Uhr, wenn die großen Bögen von 250 Grad sind, mit einer bewegenden Kraft von 5 Pfund $14\frac{1}{2}$ Unzen, oder wenn diese Bögen 220 Grad sind bei 4 Pfunden bewegender Kraft.

Die nämliche Spiralfeder No. 19 der Uhr No. 8 an der Wage auf dem nämlichen Punkte befestiget, wo der Spiralfederhalter wirkt, wenn die Uhr regulirt ist, d. i. auf dem Punkte, wo sie während der Versuche auf der See war.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Bei | 5 Grad steht die Feder | im Gleichgewicht | mit | $13\frac{1}{2}$ | Gran |
| | 10 | = | = | $27\frac{1}{4}$ | = |
| | 20 | = | = | $54\frac{3}{4}$ | = |
| | 120 | = | = | 332. | |

Die nämliche Spiralfeder kürzer gemacht,

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| bei | 5 Grad im Gleichgewicht mit | | | = | $14\frac{1}{2}$ | Gran |
| | 10 | = | = | = | 29 | = |
| | 120 | = | = | = | 352 | = |

sollte seyn 348, also 4 Gran mehr.

Da die Spiralfeder No. 19, welche an der Uhr No. 8 während dem Versuche war, nicht so vollkommen war, als ich wünschte, so versuchte ich eine mit No. 15 bezeichnet, die schon vorher untersucht worden. Sie geht verlohren zu, und ist am stärksten im Mittelpunkte; sie hat $12\frac{1}{2}$ Zoll Länge, wägt 41 Gran, ist breit $1\frac{7}{12}$ Linien, macht 8 Umgänge, und hält 8 Linien im Durchmesser.

Diese

Diese Feder auf der Wage zieht

| | | |
|---|---|---|
| bei | 30 Grad . . . . | 55 Gran |
| | 120 . . . . . | 329 . |

sollte 330 seyn, ein Unterschied von 1 Gran weniger: diese Spiralfeder ist daher ziemlich genau für den Isochronismus.

Ehe ich die Spiralfeder No. 15 an die Uhr No. 8 anbrachte, so nahm ich sie von ihrer Rolle, um sie heiß zu machen, und ihre Gestalt zu sichern.

Nachdem die Spiralfeder auf ihre Rolle befestiget worden, so brachte ich sie an die Uhr an, um den erforderlichen Punkt für den Isochronismus zu suchen, und durch sehr gute Versuche habe ich mich versichert, daß diese Spiralfeder vollkommen isochronisch seyn kann. Da nun, nachdem ich sie zu dieser Absicht länger gemacht, die großen Bögen der Vibrazion langsamer als die kleinen, und im Gegensaz, wenn ich sie kürzer machte, die großen Bögen geschwinder waren als die kleinen, so folgt denn, daß es einen Punkt dazwischen geben müsse, wo die Kompensation ganz vollkommen ist. Ich merke hier noch an, daß um die Spiralfeder durch kleine Räume verlängern und verkürzen zu können, man den Spiralfederkloben dem zufolge solchergestalt einrichten müsse, daß bei Befestigung der Spiralfeder sie nicht gebogen werde. Dieserwegen muß der Druk vermittelst einer Schraube und einem Bakken geschehen, wie bei meiner ersten Seeuhr. Ich richtete daher den Spiralfederkloben so ein wie er Taf. II. Fig. 4. vorgestellt worden. Er ist von gehärtetem Stahl, $9\frac{1}{2}$ Linien lang, 6 Linien breit, die Säule $1\frac{3}{12}$, der Bakken $3\frac{1}{6}$ Linien stark.

Um genau über die Größe zu urtheilen, um welche man die Spiralfeder verkürzt oder verlängert, muß man sie durch die Zahl der von der Unruhe durchlaufenen Grade messen. Wenn daher der Ausschwenkstift oder das Zeichen beständig auf o ist, wenn die Unruhe angehalten wird, indem man die Schraube des Spiralfederkloben los macht, so darf man blos die Unruhe vor oder zurük gehen lassen, so daß der Stift auf 3, 4, 5, 10 u. s. f. Grad zu stehen kommt, die Schraube des Spiralfederkloben anziehen, und in dem Journale andeuten, um wie viele Grade man die Spiralfeder verlängert oder verkürzt habe: sodann die Rolle der Spiralfeder zurükführen, damit der Stift der Unruhe auf o stehe. Man lasse die Uhr gehen, und untersuche sie mit verschiedenen Gewichten; wenn nun z. B. sie bei großen Bögen voreilt, indeß sie vorher bei kleinen Bögen vorgeeilt, und die Länge der Spiralfeder dieserwegen um 10 Grad der Unruhe vermehrt worden ist, so mache man die Schraube des Spiralfederkloben los, und wende die Unruhe, um die Spiralfeder ohngefähr um die Hälfte der Anzahl der Grade zu verkürzen, die man sie vorher hat durchlaufen lassen, d. i. um 5 Grad; und so gehe man allmählich dem vollkommnen Isochronismus näher, als es die Spiralfeder erlaubt. Nunmehr darf

man weiter an der Spiralfeder keine Aenderung vornehmen, sondern man regulirt die Uhr, indem man die Masse der Unruhe vermehrt oder vermindert, welches durch Anbringung der drei Massen geschieht, die so eingerichtet sind, wie wir bereits angegeben haben.

Zufolge unsrer Versuche haben wir gesehen, daß die Verdikkung des Oels in der Hemmung ein Verweilen an der Uhr No. 8 von 2⅘″ in 24 Stunden bewirkt hatte, und diese Wirkung hatte Statt gefunden, wenn die Bögen der Vibrazion um 30 Grad waren vermindert worden. Richtet man nun die Spiralfeder so ein, daß die Bögen von 110 Grad um 2⅘″ in 24 Stunden geschwinder sind, als diejenigen von 240 Grad; so wird dies eine Kompensation bewirken, die so beschaffen seyn wird, daß der Widerstand in dem Oele der Hemmung den genauen Gang der Seeuhr nicht wird stören können; denn je nachdem das Oel sich verdikt, und folglich dasjenige der Hemmung verursacht, daß die Uhr langsamer geht, so werden die Bögen der Vibrazion zu gleicher Zeit kleiner; und da die Oscillazionen vermöge der kleinen Bögen nach Verhältniß schneller werden, so entsteht daher eine vollkommne Kompensation. Man muß daher dem zufolge den Isochronismus reguliren, ehe man die Massen an die Unruhe anbringt, um die Uhr zu reguliren.

Ich hatte geglaubt, daß, um dieser Maschine alle mögliche Vollkommenheit zu geben, man dazu gelangen könnte, wenn man einen Einfall anbrächte, der einen Oelbehälter enthielte, um von Zeit zu Zeit das Oel für die Hemmung zu erneuern; durch dieses Mittel würden die Bögen der Vibrazion beständig von gleicher Größe oder doch beinahe so, ohne daß man auf die hier vorgeschlagene Kompensation Rücksicht nehmen dürfte; allein obschon diese Idee eines Behälters viel Verführerisches hat, so gestehe ich doch, daß die Anwendung nicht so leicht ist, sowohl um zu machen, daß dieser Behälter eine gewisse Masse frisches Oel fasse, als auch um dem Hemmungsrade ohne Gefahr es mitzutheilen. Ich gebe daher vor der Hand dieses Projekt auf, und schlage folgende Mittel vor. Ich machte einen Versuch von einem sehr einfach eingerichteten Behälter: er besteht aus zwei Arten von Schläuchen oberhalb gegen einander über, wozwischen auf einer Seite ein Einschnitt ist, wo das Oel abfließen kann, um sich monatlich dem Rade einmal mitzutheilen. Um diesen Einfall wirksam zu machen, so daß er sicher die verlangte Wirkung thut, wäre es nöthig, daß jedesmal, wenn man die Uhr aufzieht, und das Gewichte in die Höhe kommt, ein Zahn eines Sterns von 30 Zähnen bis zum 30sten vorspränge, d. i. nach 30 Tagen. In dem Augenblikke, als der Stern sich verändert, würde der Einfall, welcher zu gleicher Zeit als Einfall auf diesen Behälter wirkte, vorgehen, und sich dem Steigerade nähern, und ein oder zwei Zähne würden einen Tropfen Oel aufnehmen: ein etwas längerer Zahn des Sterns würde diese Wirkung vermöge seines Vorspringens von dem Einfalle bewirken.

Von

## Von den Massen an der Unruhe, um ihr die gehörige Schwere für die Spiralfeder zu geben, und um dadurch die Unruhe ins Gleichgewicht zu sezzen.

Damit die Massen, die man an die Unruhe anbringt, zu gleicher Zeit auch dienen, um die Uhr zu reguliren, und die Unruhe ins Gleichgewicht zu sezzen, ohne genöthiget zu seyn, ihr Schwere zu geben oder davon zu nehmen, ist es erforderlich, daß sie so eingerichtet sind, daß man sie dem Mittelpunkte der Unruhe nähern oder davon entfernen könne. In dieser Absicht muß man auf dem Ringe der Unruhe, und unter gleichen Entfernungen vom Mittelpunkte drei Stifte von gleicher Schwere befestigen, und sie mit der Unruhe in Gleichgewicht sezzen. Auf diese drei Stifte werden drei gleich schwere Massen angeschraubt: die Grundflächen dieser Massen werden graduirt, um genau die Größe zu schäzzen, um welche man sie dem Mittelpunkte der Unruhe nähert oder davon entfernt, es sei nun, um die Unruhe ins Gleichgewicht zu sezzen, oder um die Uhr zu reguliren, und ohne die Spiralfeder zu ändern, die wir hier auf den erforderlichen Punkt für den Isochronismus annehmen.

Zuerst ist es nöthig, daß die Massen in die Mitte des Ringes der Unruhe gesezt werden, so daß wenn sie alle von gleicher Schwere sind, die Unruhe im Gleichgewichte stehe; überdies ist es erforderlich, daß die Massen die gehörige Schwere haben, um der Unruhe die Schwere zu ersezzen, die ihr fehlt, damit die Unruhe auf den wirklichen Punkt der Spiralfeder regulirt werde, den wir jederzeit als den verlangten Punkt voraussezzen, wie wir dieser Schwere schon erwähnt haben, und wie wir noch weiter sehen werden.

Sind nun die Massen ohngefähr von der Schwere, so muß man die Unruhe vollkommen ins Gleichgewicht sezzen, indem man eine dieser Massen nähert, die andre entfernt u. s. f. Nunmehr bemerke man auf dem Rande der Fläche der Massen, welche an die Unruhe anstoßen, Striche, welche den Anfang der Graduation geben, mit 0. Diese Massen graduire man in eine große Anzahl Theile, und da sie alle in eine gleiche Zahl getheilt, und ihre Schrauben von gleichen Gängen sind, so wird man bei Näherung oder Entfernung derselben vom Mittelpunkte unter der nämlichen Anzahl von Graden, um die Uhr zu reguliren, nicht merklich das Gleichgewichte der Unruhe stören. Allein um keine Ungewißheit in einer so wesentlichen Sache übrig zu lassen, muß man, wenn die Uhr regulirt ist, sich noch des Gleichgewichts der Unruhe u. s. f. versichern, und wenn noch irgend etwas fehlt, so kann man, damit die Uhr vollkommen regulirt werde, ohne ferner die Massen zu berühren, sie vermittelst der Schraube des Spiralfederhalters reguliren.

Man

Man sieht denn wohl, daß es nöthig ist, daß die Schrauben der Massen keinen Spielraum in den Löchern ihrer Zapfen haben: dieserwegen muß man die Löcher der Zapfen spalten, damit sie als Feder wirken, und die Schrauben der Massen stark andrükken, so daß sie sich nur unter einer starken und sanften Anreibung wenden können. Diese Massen müssen nach der Länge ihrer Schrauben gebohrt, und auf einem Drehstifte abgedreht werden, um sie willkührlich und gleich auf der Drehbank schwächer machen zu können. Um die Massen wenden zu können, richte man eine Art Schraubenzieher ein, dessen eine Spizze in das Loch des Mittelpunkts geht, und die andre in ein exzentrisches Loch. Dem zufolge habe ich diese Massen mit vieler Sorgfalt bearbeitet, und die Uhr sehr genau regulirt, ehe ich sie aus einander nahm, um sie auszupuzzen, und um den Einfall anzubringen, dessen ich jezt erwähnen werde, und zum Versenden dieser Maschine dient.

## Der Einfall für die Seeuhr No. 8, um die Unruhe während der Reise auf dem Lande anzuhalten.

Um die Seeuhr No. 8 zu versenden, so daß ich nicht nöthig hatte, selbst nach Brest zu reisen, brachte ich an dieser Maschine verschiedene Mittel zur Vorsicht an, vermöge welcher ich mich versichert halten konnte, daß jedermann, auch außer dem Chevalier de Borda, im Stande war, meine Seeuhr zu verschikken, sie in Gang zu sezzen u. s. f. ohne daß irgend ein Zufall zu befürchten wäre. In dieser Rücksicht sorgte ich besonders dafür, um der Unruhe sicher zu werden, und sie so zu halten, daß die Zapfen der Rollscheiben nicht beschweret würden, und die Feder der Aufhängung der Unruhe gleichfalls von aller Gefahr frei wäre: der Einfall, dessen ich hier erwähnen werde, erfüllt diese doppelte Absicht.

Außer dem Einfalle, um die Unruhe vor allem Zufall zu sichern, war es nöthig zu verhindern, daß die Erschütterungen der Postkutsche die bewegende Kraft nicht störten, die Schnure zerrissen, und das Räderwerk beschädigten, ohne indessen genöthiget zu seyn, das Gehwerk aus seinem Gehäuse zu nehmen. Diesen Entzwek zu erhalten, bewirkte ich durch ein sehr einfaches Mittel. Ich ließ das Gewicht ganz herab gehen, bohrte quer durch den Boden des Gehäuses, und gleich mit der untern Fläche der Platte des Gewichts zwei Löcher einander quer über. Diese Löcher in dem Gehäuse nehmen zwei stählerne Schrauben auf, die sich in Zapfen endigen, und gegen die Platte des Gewichts gehen, und sie solchergestalt halten, daß es feste und unverrükt bleibt. Ehe man also die Uhr verschikt, läßt man das Gewicht ganz herab gehen, und bringt die beiden Schrauben an, welche dieses Gewicht befestigen, die man denn wieder wegnimmt, so wie die Uhr gehen soll. Die Anweisung, wie man die Uhr in Gang sezzen soll, werde ich noch anführen.

Der

Der Mechanismus dieses Einfalls besteht aus einem Kreuze mit drei Aermen unter der kleinen Platte der Rollscheiben unterhalb der Unruhe: dieses Kreuz hat drei feste Stifte oder kleine Pfeiler in gleicher Entfernung von einander: diese Pfeiler, welche durch die Platte der Rollscheiben gehen, gehen unter die Unruhe: dieses Kreuz kann steigen und fallen; wenn es gestiegen ist, so wirken dessen drei Pfeiler auf die Mitte der Breite des Ringes der Unruhe, und dienen dazu, um sie vermöge ihres Umkreises gleichmäßig zu heben, so daß die Zapfen der Rollscheiben nicht belästiget werden; ist solchemnach die Unruhe unterstüzt, so trägt sie weiter die Feder der Aufhängung nicht, welche so wie die Unruhe und die Rollscheiben vor jedem Zufall gesichert ist.

Um dieses Kreuz zu heben oder zu senken, habe ich einen Einfall angebracht, dessen Welle sich im Gehäuse zwischen der Zifferblattscheibe und der untern Platte des Regulators befindet. Die Welle dieses Einfalls hat einen starken Arm, dessen Ende eine Gabel macht, und unter den Mittelpunkt des Kreuzes geht: das Ende dieser Gabel, wozwischen die Welle der Unruhe zu liegen kommt, ist geneigt zu, so daß sie unter dem Kreuze hingleitet, es hebt, und so die Unruhe anhält und unterstüzt; diese Wirkung äußert sich solchergestalt, daß jeder Pfeiler des Kreuzes gleichmäßig die Unruhe trägt, ohne die Welle auf eine Seite mehr als auf die andre zu neigen.

Wenn man die Uhr will gehen lassen, so muß man den gabelförmigen Arm des Einfalls entfernen, so daß das Kreuz weiter nicht mehr die Unruhe unterstüzt, die sich denn durch ihr eignes Gewicht frei macht; allein um diese Wirkung noch sichrer zu machen, wird dieses Kreuz genöthiget, durch den Druk einer starken federartigen Gabel herabzugehen, die in einer von dem Puzzen des Kreuzes gebildeten Rinne geht.

Das untere Ende der Welle des Einfalls hat einen Arm, welcher eben unterhalb der Zifferblattscheibe hingeht; auf diesen Arm ist ein Stift befestiget, welcher quer durch eine Oefnung in der Platte geht: diese Oefnung regulirt den Weg des Einfalls, theils um die Unruhe anzuhalten, theils um sie in Gang zu sezzen: dieser Arm des Einfalls geht gedrange an der Platte; allein um noch besser als die Anreibung die Wirkung des Einfalls zu sichern, und damit er sich während der Versendung nicht losmache, habe ich eine Schraube angebracht, welche den Einfall in zwei Punkten fest hält, erstlich um die Unruhe anzuhalten, zweitens um die Unruhe frei zu machen.

Als dieser Einfall fertig war, puzte ich die Uhr aus, sezte sie mit allem Fleiße zusammen, und regulirte die Spiralfeder so, daß die großen Bogen langsamer geschahen als die kleinen, und befestigte sie an einem Punkte so, daß, wenn die Unruhe 240 Grad beschrieb, die Uhr in 24 Stunden um 4″ später gieng als bei Bogen von 205 Grad; auf diese Art wird die Kompensation, deren wir erwähnet haben, selbst ein wenig

gezwungen, indessen aus Mangel an Zeit befestigte ich die Spiralfeder auf diesem Punkte, der dem erforderlichen ziemlich nahe ist.

Da der Isochronismus der Vibrazionen des Regulators solchergestalt bestimmt worden, wie ich angegeben, so beschäftigte ich mich nunmehr mit der Kompensation, und untersuchte dem zufolge die Uhr in verschiedenen Temperaturen, wovon folgende Tafel das Resultat ist.

## Aequationen für die Wirkung der Temperatur.

Wenn das Thermometer stand

| | | |
|---|---|---|
| auf 3 Grade | = = = = = = | 0 Korrektionen |
| 10 | = geht die Uhr vor = = = | 1″⅓ in 24 Stunden |
| 13 | = = = = = = = | 2″ |
| 15 | = = = = = = = | 2″½ |
| 17 | = = = = = = = | 1″¼ |
| 20 | = = = = = = = | 0″½ |
| 25 | = = = = = = = | 0″ |

Um endlich das zu beendigen, was die geschehenen Korrektionen an der Uhr No. 8 betrift, während dem daß ich beschäftiget war, das Gehwerk dieser Maschine zu rektifiziren, ließ ich an der Aufhängung arbeiten, sowohl um sie einfacher und dauerhafter zu machen, als auch um den Ausschwenkungen mehr Raum zu gestatten, und ich zweifle nicht, daß sie jezt alle Bedingungen erfüllen wird, die ich wünsche.

Ich liefere hier noch den Auszug von dem Gange der Uhr während der leztern Versuche damit auf der zweiten Reise auf der Flora, die länger als ein Jahr gedauert, um daraus zu folgern, ob die Korrektionen, die ich an dieser Maschine gemacht, der Vervollkommnung dieser Uhr näher entsprochen haben, wie ich damals hoffte.

### Zu Brest

Vom 16. bis 26. Oktober 1771 gieng die Seeuhr No. 8 nach der mittlern Zeit innerhalb 24 Stunden zu früh um = = = 1″, $\frac{30}{100}$

### Zu Cadix

Vom 22. November bis 10. December täglich zu früh um = 0″, 5

### Zu Teneriffa

Vom 24. December bis 3. Januar 1772 zu früh um = 0″, 19

Zu

Zu Gore'e

Vom 16. bis 25. Januar zu früh um = = = 1'',46

Zu Fort Royal

Vom 17. bis 26. Februar zu früh um = = = 1'',11

Bei der Zurükkunft nach Fort Royal

Vom 13. März bis 7. April zu früh um = = = 0'',50

Zu Cap François

Vom 18. bis 30. April zu späte um = = = 0'',63

Zu Saint Pierre nahe bei Terre neuve

Vom 29. Mai bis 5. Junius zu späte um = = = 3'',00

Zu Patrix Fiord

Vom 4. bis 18. Julius zu späte um = = = 4'',72

Zu Kopenhagen

Vom 9. August bis 4. September zu früh um = = 0'',51

Zu Brest

Vom 9. bis 20. Oktober 1772 zu früh um = = = 0'',04

| | Gefolgerte Länge nach dem Gange der Seeuhr No. 8. | | | | Muthmaßliche wahre Länge. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Gr. | M. | S. | | Gr. | M. | S. |
| Brest | = | = | = | | 6 | 50 | 45 |
| Cadix | 8 | 34 | 36 | | 8 | 38 | |
| Teneriffa | 18 | 29 | 9 | | 18 | 35 | |
| Gore'e | 19 | 46 | 56 | | 19 | 46 | |
| La Praya | 25 | 52 | 18 | | 25 | 53 | |
| Fort Royal | 63 | 26 | 16 | | 63 | 33 | |
| Fort Royal | 63 | 31 | 16 | | 63 | 33 | |
| Cap François | 74 | 37 | 37 | | 74 | 39 | |
| St. Pierre | 58 | 29 | 30 | | = | = | |
| Patrix Fiord | 26 | 7 | 3 | | 26 | 15 | |
| Kopenhagen | 9 | 51 | 34 | Oestlich | 10 | 15 | |
| Dünkirchen | 0 | 9 | 53 | Oestlich | 0 | 2 | 30 |
| Brest | 6 | 44 | 22 | | 6 | 50 | 45 |

### Zustand der Seeuhr No. 8 nach der Zurückkunft von der zweiten Reise.

Nachdem ich die Uhr aus dem Gehäuse genommen (den 21. Nov. 1772) sahe ich vor allen Dingen nach, ob sich Rost irgendwo angesezt, allein ich fand die Politur überall noch vollkommen, auch war nicht der geringste Staub zu sehen.

Der Ausschwenkstift der Unruhe befand sich vollkommen auf seinem Zeichen, so wie die Spiralfeder ihre Gestalt nicht geändert hatte.

Ich sezte die Uhr wieder zusammen, ließ sie gehen, sezte sie horizotal und stellte sie übereinstimmend nach der astronomischen Uhr. Den folgenden Morgen war die Größe der Bögen der Vibrazionen der Unruhe 228 Grad, die beim Abgange der Uhr den 27. Sept. 1772 233 Grad waren, wo die Uhr gleichfalls horizontal gestanden: die Bögen waren also in 14 Monaten um 5 Grad zurückgekommen.

Der Gang der Uhr schien mir beinahe der nämliche zu seyn, als er bei der Zurückkunft nach Brest war, so daß die Versendung zu Lande keine Wirkung darauf geäußert.

## V.

## Die Seeuhr No. 9, von Herrn Berthoud. *)

Die Uhr No. 8 war kaum aus meinen Händen, um auf der See untersucht zu werden, als ich mich mit der Entwerfung und dem Baue einer neuen Seeuhr beschäftigte, in der Hofnung, diesen Maschinen eine ungleich größere Vollkommenheit zu geben, als ich bisher erreicht hatte. Indessen konnte ich schon mit derjenigen No. 8 zufrieden seyn, allein ich glaubte, daß wenn man ihren Grundsäzzen noch mehr Ausbreitung gäbe, man eine noch größere Genauigkeit erhalten dürfte. Meine hauptsächliche Abänderung bestand darin, dem Regulator mehr Kraft zu geben, weil darauf alle Genauigkeit beruhet, indem ich den Durchmesser und die Masse der Unruhe vermehrte, und die Anreibungen durch Anbringung größerer Rollscheiben mit schwächern Zapfen verminderte, so wie ich auch die Welle der Unruhe schwächer machte. Eine andre Vervollkommnung, die ich zur Absicht hatte, war der Mechanismus der Kompensation, der so wie er größer wurde, hierdurch eine mehr sichere Wirkung erlangen mußte, da die Theile, welche die Kompensation ausmachen, gleichsam unbeweglich wurden: dies waren in kurzem die Absichten, die mich zum Bau der Uhr No. 9 bewegten, und die ich im Februar 1769 anfieng.

Der

*) Das. S. 309.

Der Bau der Uhr No. 9 ist demjenigen der Uhr No. 8 vollkommen ähnlich, daß ich nicht weiter nöthig habe, sie zu beschreiben: der einzige Unterschied besteht in den grössern Dimensionen, deren ich denn hier blos erwähnen, und die Versuche angeben will, welche von Nuzzen seyn können, da sie zeigen, in wie weit die Materie und die Schwierigkeiten in der Bearbeitung den Vortheilen Gränzen sezzen, welche die Theorie darbietet.

## Dimensionen der Uhr No. 9.

Das Gehäuse ist von Messing, der Boden gelöthet u. s. f. es hat 16 Zoll Höhe, und innerhalb 9 Zoll im Durchmesser.

Die drei großen Platten der Uhr haben 8 Zoll 11 Linien im Durchmesser.

Die Höhe des ersten Gehäuses oder Räderwerks 20 Linien.

Das Gehäuse des Regulators oder zweites Gehäuse 20 Linien.

Das dritte Gehäuse oder des Gewichts 12 Zoll 1 Linie.

Das große Zilinderrad hat 51 Linien im Durchmesser und 240 Zähne; es macht in 12 Stunden einen Umgang; der Durchmesser des Zilinders ist 21 Linien.

Das Trieb des Minutenrades ist 20; es hat $4\frac{1}{4}$ Linien im Durchmesser: das Minutenrad hat $25\frac{4}{12}$ Linien im Durchmesser und 160 Zähne: das Trieb des kleinen mittlern Rades $3\frac{2}{12}$ Linien und 20 Stäbe.

Das kleine mittlere Rad hat $23\frac{9}{12}$ Linien und 150 Zähne; das Sekundentrieb hat 20 Stäbe, und $3\frac{2}{12}$ Linien im Durchmesser.

Das Rad der Unruhe hat 180 Zähne, sein Durchmesser $21\frac{3}{16}$ Linie: das Trieb der Unruhe hat 40 Stäbe, und $4\frac{10}{12}$ Linien im Durchmesser.

Das Heben der Hemmung ist 14 Grad; da nun das Rad des Rechen $4\frac{1}{2}$ mal das Heben multiplicirt, weil das Trieb der Unruhe $4\frac{1}{2}$ Umgänge bei einem des Rades macht, so ist das Heben für die Unruhe 63 Grad.

Die Unruhe dieser Uhr hält $83\frac{1}{2}$ Linien im Durchmesser, wägt 2 Unzen 2 Quentchen 21 Gran; ihre Zapfen haben $\frac{9}{11}$ Linien.

Die Rollscheiben haben 42 Linien im Durchmesser; ihre Zapfen $\frac{9}{48}$.

Die bewegende Kraft ist 10 Pfund; die Bögen der Vibrazionen sind 214 Grad.

Der Kompensationsrost ist lang $8\frac{1}{2}$ Zoll, breit 41 Linien; Durchmesser der Stäbe $2\frac{2}{12}$.

## Versuche mit der Uhr No. 9.

Die Unruhe, welche zum Regulator dieser Uhr bestimmt war, war viel schwerer, als diejenige, welche ich wirklich angewendet habe: sie hielt $83\frac{9}{12}$ Linien im Durchmesser, und wog 5 Unzen 4 Quentchen 6 Gran. Ich hatte große Schwierigkeiten, um eine für diesen Regulator hinlänglich starke isochronische Spiralfeder zu erhalten, weil, je stärker die Federn sind, desto weniger sie den isochronischen Gang halten, wofern sie nicht sehr lang sind. Es ist wahr, daß in diesem Falle man anstatt einer mehrere Federn anwenden kann, allein diese Uhr war nicht dazu eingerichtet. Ich ließ daher eine Unruhe machen, welche zwei Unzen zwei Quentchen wog, und um zu wissen, welche unter diesen beiden Unruhen am besten sich zum Regulator schikke, so regulirte ich beide mit einer besondern Spiralfeder, und ließ sie frei gehen: die schwere Unruhe behielt ihre Bewegung 1 Stunde 20 Minuten, und die leichte blos eine Stunde. Die schwere Unruhe ist also vorzüglicher; allein da ich eine Spiralfeder für die leichte Unruhe hatte, die ich vollkommen isochronisch gemacht, indem ich den äußern Umgang bearbeitet, so habe ich die Uhr mit dieser Unruhe gehen lassen, und sie regulirt: auch habe ich die Kompensation bestimmt, in der Erwartung diese Uhr noch einmal durchzugehen, um ihr alle Vollkommenheit zu geben, die sie anzunehmen im Stande ist, wo ich denn zum Regulator eine so schwere Unruhe anzuwenden gedenke, als die Rollscheiben u. s. f. es zulassen.

## Versuche über die Spiralfeder für die Uhr No. 9.

Ich ließ eine Spiralfeder 23 Zoll lang und 3 Linien breit machen; sie wiegt 2 Quentchen 14 Gran: nach meinem Verfahren gewunden, und die Gänge sehr geschlossen macht sie 10 Umgänge: auf der elastischen Wage bei 10 Umgängen angehalten zog diese Feder

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| bei 5 Grad | = | = | = | 13 Gran | |
| 10 | = | = | = | = | 26 |
| 60 | = 2 Quentchen $13\frac{1}{2}$ Gran | | | = | 157 |
| 120: 4: 27 = | | = | = | | 315 |
| sollte seyn | = | = | = | | 312 Unterschied 3 Gran. |

Die

Die nämliche Feder bei 9 Gängen angehalten und einen Gang abgeschnitten.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Bei 5 Grad zog sie | | | = | = | 15 Gran |
| 10 | = | = | = | = | 30 |
| 15 | = | = | = | = | 45 |
| 30 | = | = | = | = | 91 |
| 50 | = | = | = | = | 151 |
| 60 | = | = | = | = | 181 |
| 120 | = | = | = | = | 361 |
| sollte seyn | = | = | = | = | 360 Unterschied + 1. |

Diese Feder ist also merklich isochronisch, ob sie schon kürzer ist als beim ersten Versuche: dies kommt von der Gestalt.

Nachdem ich eine Feder von gleicher Dimension auf die Wage gebracht, so zog sie

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| bei 5 Grad | | = | = | = | 18 |
| 10 | = | = | = | = | 36 |
| 20 | = | = | = | = | 72 |
| 30 | = | = | = | = | 108 |
| 40 | = | = | = | = | 144 |
| 50 | = | = | = | = | 180 |
| 60 | = | = | = | = | 216 |
| 70 | = | = | = | = | 252 |
| 80 | = | = | = | = | 288 |
| 90 | = | = | = | = | 324 |
| 100 | = | = | = | = | 360 |
| 110 | = | = | = | = | 396 |
| 120 | = | = | = | = | 432 |

Diese Feder ist also vollkommen in der für den Isochronismus erforderlichen Progression.

Dies ist die nämliche Spiralfeder, die ich gegenwärtig an der Uhr mit der leichten Unruhe angebracht habe, allein ich habe sie kürzer machen müssen, so daß sie beinahe 22 Gran bei 5 Grad der Wage zieht, so wie die Berechnung es giebt, wo denn diese Spiralfeder nicht mehr isochronisch war: ich habe das äußere Ende bearbeitet, wo sie vollkommen diese Eigenschaft erhielt: diese Spiralfeder war nicht für die schwere Unruhe, da

da sie viel zu schwach war, und bei 5 Grad 52 Gran hätte ziehen müssen. Die Berechnung, um die Stärke einer Spiralfeder bei gegebener Unruhe zu finden, habe ich bereits angewiesen.

## Versuch mit der Seeuhr No. 9. zu fernern Beweisen des Vorzugs langsamer Vibrazionen.

Ich habe bereits eines Versuchs erwähnet, den ich im Jahr 1760 mit der großen Unruhe der Uhr No. 1. über die Dauer der freien Bewegung dieser Unruhe angestellt habe, die einfach an einer Feder ohne Zapfen oder Rollscheiben aufgehangen war, um durch diesen Versuch den Vorzug zu schäzzen, ob man geschwinde oder langsame Vibrazionen anzunehmen habe: den nämlichen Versuch wollte ich mit einer zwischen Rollscheiben beweglichen Unruhe machen. Ich ließ daher in dieser Absicht eine Unruhe von gleicher Schwere (2 Unzen 2 Quentchen 2 Gran) wie diejenigen für diese Uhr machen, die aber genau um die Hälfte im Durchmesser kleiner ist, damit bei der nämlichen Spiralfeder ihre Vibrazionen genau halbe Sekunden hielten.

Ich sezte die Uhr zusammen, und brachte die kleine Unruhe auf die nämliche Welle, und mit der nämlichen Spiralfeder, ohne weder den Spiralfederkloben noch die Rolle zu stören. Sie hat also vollkommen einerlei Kraft, und ist in dem nämlichen Stande, wo sie für die große Unruhe war, womit sie in einer Stunde genau 3600 Vibrazionen machte: da die bewegende Kraft die nämliche blieb, so beschrieb diese Unruhe die nämlichen Bögen, und hält genau halbe Sekunden; die Kraft der Bewegung ist also bei beiden Unruhen gleich, weil sie einerlei Masse und einerlei Geschwindigkeit haben.

Allein um sicher die Frage zu entscheiden, ließ ich die kleine Unruhe frei ohne Hemmung gehen: ließ ich sie Bögen von 280 Grad beschreiben, so dauerte ihre Bewegung 30′, die Unruhe machte also 3600 Vibrazionen.

Ich nahm diese Unruhe weg, und hieng die große Unruhe von gleicher Schwere mit der nämlichen Spiralfeder ein, und ließ sie frei oscilliren; ich ließ sie 280 Grad beschreiben: ihre Bewegung dauerte 1 Stunde, die Unruhe machte also 3600 Vibrazionen.

Dieser Versuch bestätiget also den Vortheil langsamer Vibrazionen; denn bei beiden Versuchen sind die Kräfte der Bewegung beider Unruhen in gleicher Zeit die nämlichen, weil die Geschwindigkeiten und die Massen gleich sind; die Bewegung der Unruhe mit langsamen Vibrazionen dauerte um die Hälfte länger, als diejenige der kleinen Unruhe mit schnellen Vibrazionen.

Bemer-

## Bemerkung über die Uhr No. 9.

Bei der Bearbeitung dieser Maschine habe ich große Schwierigkeiten wegen ihres großen Volumen gefunden; überdies wird sie dadurch schwer und köstbar, allein um den Gebrauch der Uhren bei der Marine allgemeiner zu machen, muß man schlechterdings die Bearbeitung zu erleichtern, und die Kosten zu schonen suchen, die eine große Maschine verursacht. Ich glaube daher die Dimensionen der Uhr No. 9 nicht anwenden zu dürfen, und habe ihrer daher nur deswegen gedacht, um die Gränzen zu zeigen, innerhalb denen die Theorie der Seeuhren vermöge der Schwierigkeiten bei der Bearbeitung der Materie u. s. f. sich befindet. Ich gestehe indessen, daß wenn man diesen Maschinen ein größres Volumen giebt, wie bei No. 9, man eine größere Genauigkeit erhalten dürfte; allein zugleich wird auch die Bearbeitung sehr schwer, daß sie daher sowohl wegen des Preises als wegen der Talente, die man dabei in Rücksicht der Arbeiter fordern muß, zum Gebrauch der Marine weniger zugänglich sind.

## VI.

## Die Seeuhr No. 10. von Herrn Berthoud *).

Die Untersuchungen, welche mich bisher beschäftiget haben, um dahin zu gelangen, die Seeuhren zu vervollkommnen, haben beigetragen, mir nuzbare Kenntnisse zu verschaffen, um den Seeuhren eine größere Genauigkeit zu geben; in welcher Absicht ich denn einen Auszug meiner Arbeiten mittheile. Gegenwärtig lege ich dieserwegen den Bau einer neuen Seeuhr vor, wo ich alle Mittel zur Vollkommenheit vereiniget habe, die noch den Uhren No. 6, 8 und 9 mangeln. Wir hoffen um so mehr im Stande zu seyn, diesem Gegenstande ein Genüge zu leisten, da die freie Hemmung an der Uhr No. 9 vollkommen gerathen, welche bisher noch zur wesentlichen Vollkommenheit an einer Uhr mangelt, und die ich nur mit vielen Schwierigkeiten hier anbringen konnte, da sie gar nicht dazu eingerichtet war. Ich werde daher hier besonders auf den einfachsten Bau einer Seeuhr sehen, alles nuzbare und durch sichere Versuche bewährte anwenden, hingegen aber alles unnöthige bei Seite legen.

1) In dieser Absicht nehme ich den Regulator der Uhr No. 8, weil dessen Dimensionen sowohl seiner Durchmesser nach der Schwere der Unruhe und der Beschaffenheit seiner Vibrationen, als auch der Rollscheiben selbst, die vollkommensten sind. Indessen kann ich den Rollscheiben noch eine Vollkommenheit geben, deren ich weiter hin erwähnen werde.

2) Da

*) Das. S. 331.

2) Da der Mechanismus der Kompensation sehr gut gerathen, so wende ich ihn gleichfalls hier an.

3) Ebenfalls ist auch das Gewicht, als die bewegende Kraft, ein Theil der Maschine, wovon ich nicht abgehen darf, allein ich werde alles mögliche anwenden, um den Bau oder die Anwendung so einfach als möglich zu machen.

4) Die freie Hemmung, so wie ich sie bei der Uhr No. 9 angebracht, ist so gut ausgefallen, daß ich sie als einen unbedingt entscheidenden Theil ansehe.

5) Das Räderwerk muß so eingerichtet seyn, daß es in einem besondern Gehäuse sich befinde, und der Regulator gleichfalls sein besonderes Gehäuse habe, so daß man zur Hemmung und zum Regulator gelangen könne, ohne das Räderwerk aus einander zu nehmen, so wie zum Räderwerke, ohne den Regulator zu stören: dieses findet vermöge Pfeiler mit doppelter Grundfläche Statt, welche dienen, um blos mit drei Platten zwei Gehäuse zu machen, deren eine beiden Gehäusen gemeinschaftlich ist.

6) Eine vielleicht eben so wesentliche Vervollkommnung als die Hemmung, die den Uhren No. 6, 8 und 9 fehlt, ist, daß die Spiralfeder ganz aufgewunden gehärtet werde; allein da diese Vollkommenheit blos allein der Bearbeitung zugehört, so werde ich dieserwegen in der Folge die nöthigen Anweisungen zur Bearbeitung der Spiralfeder mittheilen.

## Von dem Regulator.

Da die Dimensionen der Uhr No. 8, wie wir bereits erwähnet haben, am vollkommensten gerathen, und diese Maschine unter allen die vorzüglichste gewesen, so wie sie zugleich leicht zu bearbeiten ist, so werde ich auch hier mich der Dimensionen des Regulators u. s. f. bedienen, und blos diejenigen Veränderungen anwenden, welche die neue Hemmung vermöge ihrer Natur und ihrer Einrichtung nöthig macht. Die Unruhe hat daher genau die nämlichen Dimensionen, wie diejenige von No. 8; sie wiegt ohngefähr 3 Unzen 2 Quentchen, hält 56 Linien im Durchmesser, und macht Sekunden Vibrazionen. Die Rollscheiben sind von einem größern Durchmesser, ihre Zapfen aber haben einerlei Stärke; die Welle der Unruhe ist von gleichem Durchmesser wie bei No. 9, um die Anreibungen geringer zu machen.

## Die Rollscheiben.

Die Rollscheiben werden in die Mitte ihrer Wellen gesezt wie bei der Uhr No. 2, haben aber keiner Stege nöthig wie bei No. 9, da dies eine unnöthige Arbeit macht. Es

sind

sind blos wie bei No. 2 Stege nöthig, um der Welle der Unruhe mehr oder weniger Spielraum zu geben, und die beiden Rollscheiben wegzunehmen, um die Unruhe zerlegen zu können, ohne das ganze Gehäuse des Regulators aus einander nehmen zu dürfen. Die Platten werden daher aufgeschnitten wie bei No. 2 und 3. Man muß den Gehäusen der Rollscheiben mehr Raum geben, damit die Rollscheiben nicht wanken können, und mehr Raum zwischen den beiden Gehäusen für die Unruhe, damit die Welle der Unruhe ihre Unterstüzzungspunkte auf die Rollscheiben entfernter erhalte.

## Einrichtung der Gehäuse.

Die Gehäuse des Räderwerks werden so eingerichtet, daß man das Räderwerk aus einander nehmen könne, ohne den Regulator zu stören, oder den Regulator ohne das Räderwerk: da diese Einrichtung viele Vorzüge hat, so wird daher alles, was zum Regulator und zur Hemmung gehört, in einerlei Gehäuse gesezt, und alles, was zum Räderwerke gehört, kommt in das obere Gehäuse.

## Von der Hemmung.

Die Hemmungsscheibe wird an der Welle der Unruhe befestiget, wie bei der Uhr No. 4. Dieser Kreis liegt ganz gegen die obern Rollscheiben, und trägt den Bakken der Feder zur Aufhängung: das Hemmungsrad und der Einfall werden wie bei No. 4 und 9 von einem Steg getragen, welcher ganz gegen die unterste Rollscheibe geht, damit dieses Rad in gleicher Höhe sei wie der Kreis der Unruhe.

Die Hemmung ist genau von der nämlichen Bauart, und von den nämlichen Dimensionen, als ich der Uhr No. 9 gegeben, die mir vollkommen gerathen.

Das Hemmungsrad muß so leicht als möglich seyn, damit seine Geschwindigkeit von seiner Schwere nicht gehindert werde; wenn es der Unruhe den Antrieb giebt: überdies muß es noch um so leichter seyn, als die Hemmungsscheibe sich mit mehr Geschwindigkeit bewegt.

Der Einfall muß, wie ich gethan habe, kurz und sehr leicht seyn, so daß er nicht viel Masse habe, und damit die Geschwindigkeit des Lappen, der ihn hebt, ihn blos entfernt, ohne ihn außerhalb der Hebung zu treiben, welches der Fall wäre, wenn dieser Einfall schwer wäre: überhaupt wird, je leichter er ist, die Feder, die ihn treibt, schwächer, und folglich die Wirkung der Unruhe geringer seyn. Der Lappen der Hebung des Einfalls muß aus den nämlichen Gründen sehr leicht seyn: ich werde von diesem ganzen Theile die Dimensionen beifügen.

 Das

Das Hemmungsrad muß von gleichem Durchmesser wie dasjenige von No. 9 seyn, weil, da dessen Zähne sehr entfernt stehen, der Fall von der Rolle der Hemmungsscheibe eine weniger schädliche Wirkung verursachet; auch geht durch diesen Fall weniger Kraft verlohren, weil er nur einen geringen Theil des von jedem Zahne durchlaufenen Wegs macht: übrigens wenn das Rad groß ist, und viel Geschwindigkeit hat, so verursacht es einen geringen Druk auf den Einfall; es wird daher viel leichter, und der Widerstand, den dieser Einfall auf den Regulator verursacht, wird geringer.

Die Zapfen des Hemmungsrades, des Einfalls, des Lappen und der Rolle des Antriebs muß man so schwach als möglich machen.

## Vom Räderwerke.

Das Räderwerk ist von demjenigen von No. 8 verschieden. Die Sekunden werden exzentrisch, damit der Weiser nicht über den vierekkigen Ansaz des Aufzugs komme, und da er solchemnach kurz wird, so hindert er weiter die größere Geschwindigkeit des Rades nicht: aus dieser Ursache wird denn das Sekundenrad leicht, und seine Zapfen sehr schwach: die Minuten, so wie die Stunden sind wie bei No. 8 gleichfalls exzentrisch.

Um die Bearbeitung des Räderwerks zu erleichtern, giebt man den erstern Rädern einen großen Durchmesser, damit die Triebe, ob sie schon von vielen Stücken sind, eine gehörige Größe erhalten, und leicher bearbeitet werden können. Ich werde diesen Trieben $3\frac{1}{4}$ Linien im Durchmesser geben: das erste Rad also, welches zu einem Umgange 12 Stunden braucht, erhält 39 Linien im Durchmesser, und 240 Zähne. Das Minutenrad hat 160 Zähne und 26 Linien; das Kronrad 150 Zähne und $24\frac{6}{16}$ Linien; das Sekundenrad 100 Zähne, und $16\frac{1}{4}$ Linien im Durchmesser: das Hemmungsrad von 6 Zähnen hat $16\frac{1}{2}$ Linien im Durchmesser; der Durchmesser der Hemmungsscheibe beträgt 26 Linien.

## Von der bewegenden Kraft.

Die bewegende Kraft muß nothwendig ein Gewichte seyn, weil, wie wir bereits gezeigt haben, das Gewicht nicht nur der Feder wegen der mehrern Gleichförmigkeit in seiner Wirkung vorzuziehen ist, sondern weil es auch keinem Zufalle unterworfen ist, und weil übrigens die Einrichtung des Gewichts zur Vollkommenheit der Aufhängung beiträgt, damit die Uhr genauer einerlei horizontale Lage erhalte. Das Aufhängen dieser neuen Uhr ist von der nämlichen Bauart, als ich für No. 8 nach der Zurückkunft von der Reise angegeben, die Herr de Fleurieu gemacht.

Beschrei-

## Beschreibung der Seeuhr No. 10. mit der Hemmung mit freien Vibrazionen.

Taf. IX. Fig. 1. ist das Profil der Uhr ganz zusammengesezt, um in das Gehäuse gehangen zu werden.

Sie besteht aus drei großen Gehäusen, welche von einander getrennt werden können, ohne etwas zu zerlegen. Das erste, oder das obere ist das Gehäuse des Räderwerks, und enthält nur allein die dazu gehörigen Theile. Das zweite oder mittlere ist das Gehäuse des Regulators: es faßt alles das, was zum Regulator, zur Unruhe, zu den Rollscheiben gehört: die Aufhängung der Unruhe geschieht oberhalb dieses Gehäuses so wie die Hemmung, und unterhalb desselben befindet sich der Mechanismus der Kompensation: das dritte, oder das untere ist das Gehäuse für das Gewicht, oder die bewegende Kraft. Diese drei Gehäuse werden aus fünf großen Platten zusammengesezt: in der Figur selbst befinden sich nur viere, weil die Platte der Pfeiler für das Gewicht tiefer herabfällt. Außer diesen drei großen Gehäusen giebt es noch zwei andre kleinere, die sich innerhalb dem Gehäuse des Regulators befinden, und die Gehäuse für die Rollscheiben sind.

Die erste Platte A, A ist die Zifferblattscheibe, oder die Pfeilerplatte des Gehäuses für das Räderwerk, und hat die vier Pfeiler 1, 2, 3, 4; es ist etwas größer als die vier andern wegen seiner Schließung mit dem Ringe, welcher einen Rand nöthig macht, um ihn mit vier Schrauben zu befestigen. Die zweite Platte B, B macht mit der ersten A das Gehäuse für das Räderwerk. C ist das große Stunden- oder Zilinderrad, es macht in 12 Stunden einen Umgang, und trägt das Stundenzifferblatt D, dessen Röhre gedrange an die Röhre des Rades C geht. E ist der Zilinder: F sind die Hülfssperr-Räder und zum Aufziehen: der ganze Mechanismus dieses Rades ist der nämliche, wie bei der Uhr No. 7. wohin ich hier verweise: das Stundenrad C greift in das Trieb a des Minutenrades: der verlängerte Zapfen dieses Triebs trägt den Minutenzeiger b, welcher die Minuten auf dem exzentrischen Zifferblatte c anzeigt, welches auf der großen Platte A aufgeschraubt wird. G ist das Minutenrad, welches in das Trieb d des mittlern Rades H greift: dieses greift in das Sekundentrieb e: der verlängerte Zapfen dieses Triebs trägt den Sekundenzeiger f, welcher von 2 zu 2 die Sekunden auf dem exzentrischen Zifferblatte g bemerkt, das auf der Platte A aufgeschraubt worden: dieses Springen des Zeigers von 2 zu 2 geschieht, weil die Vibrazionen der Unruhe Sekunden sind, und die Hemmung vermöge ihrer Natur bei jeder zweiten Vibrazion vorspringt. Das Rad l ist das Sekundenrad, welches in das Trieb h der Hemmung greift: der obere Zapfen dieses Triebs lauft in dem Stege L, der an der dritten Platte M, M befestiget ist: diese Platte M macht mit der vierten Platte N, N das Gehäuse des Regula-

 gula-

gulators. Die vierte Platte N, N ist diejenige, worauf die drei Pfeiler 5, 6, 7 vernietet werden. Diese Pfeiler sind oberhalb doppelt angesezt, wie man an dem Pfeiler 7 sehen kann: jede Grundfläche wie 8 macht den Anschlag für die Platte M, M, und jeder Theil wie 9 macht den Anschlag für die Platte B, und verbindet solchergestalt vermittelst der Zapfen 10 an den Pfeilern 5, 6, 7 das Gehäuse des Räderwerks mit demjenigen des Regulators, so daß sie von einander genommen werden können, ohne etwas zu zerlegen, blos daß die Schnure des Gewichts frei gemacht wird.

Wenn der Steg L auf der dritten Platte M, M befestiget ist, wie ich erwähnet habe, und die Figur zeigt, so sieht man, daß die zweite Platte B, B für den Durchgang des Stegs L und des Triebs der Hemmung gehörig durchbrochen seyn muß, um das Gehäuse des Räderwerks von demjenigen des Regulators abheben zu können.

Der untere Zapfen des Triebs h der Hemmung lauft bei i in dem Arme des Stegs O, welcher wie der Steg L auf der dritten Platte befestiget wird. Diese zwei Stege L und O des Triebs der Hemmung sind durch einerlei Schraube 11 auf der dritten Platte befestiget, und machen solchergestalt nur einen Steg mit doppelter Biegung.

P, P ist der Steg der Aufhängung, welcher vermittelst einer starken Schraube und zwei Füße oberhalb der dritten Platte M, M befestiget wird: dieser Steg trägt den obern Bakken k der Aufhängungsfeder l, l. Die Platte B, B muß hinreichend groß durchbrochen seyn, damit der Steg frei durchgehen kann, um das Gehäuse des Räderwerks willkührlich abzuheben, ohne weder diesen Steg, noch die Aufhängungsfeder, die er trägt, zu zerlegen. Der untere Bakken m ist an dem Hemmungskreise Q, Q befestiget: dieser Hemmungskreis Q, Q wird durch zwei Schrauben an einem Puzzen am obern Ende der Welle der Unruhe R, R befestiget: die Unruhe S, S wird durch zwei Schrauben an einen Puzzen geschraubt, der an die Mitte der Welle R, R gedrange angeschoben worden. Jeder Zapfen n, n der Welle der Unruhe liegt genau und frei zwischen den drei Rollscheiben; der obere Zapfen n liegt zwischen den Rollscheiben 12, 13, 14. Diese Zapfen der drei obern Rollscheiben laufen in dem Gehäuse, welches von der Platte M, M, und der kleinen Platte T, T gebildet wird; auf diese Platte T sind drei Pfeiler als 15, 15 genietet, deren Zapfen in die Platte M, M gehen, und daselbst vermittelst Stifte, wie gebräuchlich befestiget werden.

Der untere Zapfen n der Welle der Unruhe liegt wie der obere zwischen den untern drei Rollscheiben 16, 17, 18. Diese Rollscheiben liegen in dem Gehäuse, welches von der Platte N, N und der kleinen Platte V, V gebildet wird: auf diese kleine Platte sind drei Pfeiler als 19, 19 genietet; die Zapfen dieser Pfeiler gehen in die Platte N, N und erhalten daselbst zur Befestigung Stifte.

Der

Der obere Zapfen der Rollscheibe 13 lauft in einem Loche des Plättchens 27, welches vermittelst zwei Schrauben auf die Platte M, M befestiget worden; und der untere Zapfen der gegenüber liegenden Rollscheibe 18 unterhalb lauft in dem Plättchen 28, welches außer der Platte N, N durch zwei Schrauben befestiget wird: vermöge dieser Einrichtung der zwei Rollscheiben, wenn man diese Plättchen wegnimmt, lassen sich die Rollscheiben 13 und 18 wegnehmen, solchergestalt, daß ohne die Gehäuse des Regulators oder diejenigen der Rollscheiben zu zerlegen, man die Unruhe wegnehmen kann: alle Platten M, M; N, N; T, T; V, V sind dem zufolge aufgeschlizt.

Die Hemmungsscheibe Q Q trägt den Steg o; zwischen diesem Stege und der Scheibe ist der Lappen p beweglich, welcher dient, den Arm q des Einfalls q r zu heben: dieser Einfall ist zwischen einem doppelten Stege s, s auf der dritten Platte M beweglich; der Arm r dieses Einfalls ist derjenige, welcher die Wirkung des Hemmungsrades x x aufhebt, während dem die Hemmungsscheibe oder die Unruhe frei oscillirt: und wenn der Lappen p den Arm q dieses Einfalls q r gehoben hat, so wirkt ein Zahn des Rades auf die Rolle t, um der Unruhe den Stoß zu geben: diese Rolle t hat zwei Zapfen, welche in zwei kleinen Stegen auf der Hemmungsscheibe liegen.

Fig. 6. Taf. VIII. stellt die Hemmungsscheibe perspektivisch nebst allen Theilen vor, die sich darauf befinden: Q Q ist diese Hemmungsscheibe; m der untere Backen der Feder zum Aufhängen, o der Steg des Lappen, p dieser Lappen, a der Stift, welcher diesen Lappen zurükhält, und b die Feder, die ihn zurükführt, nachdem er der rükgängigen Bewegung der Unruhe nachgegeben, um sich mit dem Einfalle in Gang zu sezzen; t ist die Rolle, c, d die Stege, wozwischen sie sich bewegt, e der Einschnitt oder die Oefnung an der Hemmungsscheibe für den Durchgang des Zahns des Hemmungsrades, wenn es auf die Rolle wirkt, um ihr den Antrieb zu geben.

Fig. 7. enthält perspektivisch den Einfall der Hemmung; q ist der Arm, worauf der Lappen p Fig. 6. wirkt, r der Arm, welcher die Wirkung des Rades anhält, und a, b sind die Zapfen der Welle dieses Einfalls.

Fig. 8. ist die Welle der Unruhe, so wie sie seyn muß, wenn man die Unruhe, die Hemmungsscheibe und die Spiralfeder weggenommen. Der Puzzen a ist für den Mittelpunkt der Hemmungsscheibe Fig. 6, welche an diesem Puzzen vermittelst zwei Schrauben 1, 2 befestiget wird; b ist der Puzzen für die Unruhe S, S Fig. 1. Taf. IX, welche durch zwei Schrauben darauf befestiget wird; n, n sind die Zapfen dieser Welle, c der Theil für die Rolle der Spiralfeder, welche bei A Fig. 4. perspektivisch, und bei B im Grundriß vorgestellt worden: a ist eine stählerne Platte, welche sich durch zwei Schrau-

Schrauben mit der Rolle verbindet; das innere Ende der Spiralfeder wird durch diese Platte a vermittelst der zwei Schrauben 1, 2 befestiget. Das äußere Ende der Spiralfeder ist an den Spiralfederkloben A Fig. 5. befestiget, welcher Fig. 9. perspektivisch verzeichnet worden: die Spiralfeder liegt in dem Einschnitte oder der Oefnung a, wo sie durch die Schraube b befestiget wird, deren Ende auf ein vorgelegtes Plättchen c Fig. 5 wirkt; diese Figur enthält den Spiralfederkloben im Grundrisse und Fig. 10 im Profil.

Der Spiralfederkloben 20, 20 Fig. 1. Taf. IX. ist vermittelst einer Schraube unterhalb der Platte N, N befestiget: u ist die Spiralfeder: x der Spiralfederhalter, und 21 der Schieber dieses Spiralfederhalters, welcher auf dem Arme y an der Welle z z des Spiralfederhalters befestiget wird; diese Welle hat zwei mit der Welle der Unruhe konzentrische Zapfen: sie laufen in den Löchern an dem doppelten Stege Y, Y unterhalb der Platte N.

Die Welle z, z des Spiralfederhalters hat noch einen Arm 22, woran sich der Schieber 23 der Kompensation befindet: auf eine Schraube an diesem Schieber wirkt der große Hebel 24 der Kompensation, der andre Arm 25 des großen Hebels stüzt sich auf das Ende der messingenen Stangen in der Mitte des Kompensationsrostes A A, B B: dieser Rost wird durch zwei Schrauben 26, 26 an den Steg C C, D D befestiget. Die Welle a a, b b des großen Hebels hat zwei Zapfen, deren oberer b b in der Platte N, N, und der andre a a in dem Stege C C lauft.

Der Zeiger c c ist an die Welle des Spiralfederhalters an der Stelle 20 z befestiget; er bemerkt den durch die Kompensation durchlaufenen Weg auf dem Limbus E E, welcher auf die Platte N, N aufgeschraubt worden. Das Plättchen d d am Stege V des Kompensationshebels trägt eine gerade Feder e, e, welche gegen 20 auf den Arm des Zeigers c c wirkt. Dieser Druck der Feder macht, daß der Schieber 23 beständig auf den Arm 24 des großen Kompensationshebels wirkt, und der kleine Arm 25 des nämlichen Hebels drükt folglich immer auf den Kompensationsrost; der Spiralfederhalter folgt also beständig der Bewegung, welche dieser Rost vermöge der Veränderungen in der Temperatur erhält.

Das Gehäuse des Gewichts entsteht von der Platte N, N und von den drei langen Pfeilern F F, G G, H H, wovon aber hier nur die obern Theile zum Vorschein kommen; die untern Enden sind auf eine Platte genietet, die mit derjenigen N, N von gleicher Größe ist, hier aber nicht hat verzeichnet werden können.

Die Platte I I, K K des Gewichts trägt drei Stege L L, ff, welche darauf aufgeschraubt werden; die Enden ff dieser Stege sind eingeschnitten, und umfassen den halben

Umkreis

Umkreis der Pfeiler FF, GG, HH; eben so ist auch die Platte II, KK eingeschnitten, so daß diese Platte und ihre drei Stege eine Art Wagen machen, der das Gewichte trägt, und welcher längs den Pfeilern frei auf und absteigen kann, ohne daß das Schwanken des Schiffs Störungen darauf bewirken könne. Das Gewicht ist in zwei Theile von gleicher Schwere getheilt, die auf der Platte II, KK, einander gegenüber stehen: MM ist einer dieser Theile des Gewichts: es sind runde Massen von Blei mit einem Loche in der Mitte, um auf einen Stift auf der Platte gesezt werden zu können: dieser Stift hält oberhalb eine Schraubenmutter gg, wodurch die Massen MM auf der Platte befestiget werden; auch kann man die Massen abheben, und sie willkührlich schwerer oder leichter machen, ohne viel Aenderung vorzunehmen, oder die Uhr im Gange aufzuhalten.

Die Platte II, KK, trägt zwei Rollen, um welche die Schnure des Gewichts geht, die an dem Haken Ml auf der Platte M eingehangen wird; diese Schnure geht von dem Haken Ml erst um die Rolle, welche gegen HH hinter dem Gewichte MM auf der Platte des Gewichts steht, und sodann um die Rolle NN; von da steigt sie zur Rolle OO und schlägt sich endlich um den Zilinder E des großen Stundenrades.

Fig. 1. Taf. X. stellt den Grundriß der Uhr vor, so wie er auf eine messingene Scheibe von der Größe der großen Platten verzeichnet wird: alle Theile der Maschine werden auf diesen Grundriß aufgetragen.

AB ist diese messingene Platte, worauf die wahre Lage aller Theile der Uhr No. 10 verzeichnet werden. C ist das große Zilinder- oder Stundenrad, dieses Rad hat 240 Zähne. D ist das Stundenzifferblatt; E das Sperr-Rad von 100 Zähnen; F das Hülfssperr-Rad von 150 Zähnen: K der Sperrkegel, welcher auf dieses Sperr-Rad wirkt: a das Minutentrieb von 20 Stäben, b der Minutenzeiger: c ein Theil des Minutenzifferblatts: G das Minutenrad von 160 Zähnen, d das Trieb des kleinen mittlern Rades von 20 Stäben, H das mittlere Rad von 150 Zähnen, e das Trieb von 20 Stäben des Sekundenrades, f der Sekundenzeiger, g ein Theil des Sekundenzifferblatts, l das Sekundenrad von 100 Zähnen, h das Trieb des Hemmungsrades, Ln der Steg dieses Rades, XX das Hemmungsrad, rq der Einfall der Hemmung, ii die Feder, welche auf diesen Einfall wirkt, s der Steg dieses Einfalls, p der Lappen, ll die Feder, welche auf diesen Lappen wirkt, m der Steg des Lappen, t die Rolle, n ihr Steg, PP der Steg zum Aufhängen der Unruhe, YY der doppelte Steg des Spiralfederhalters, RR der Spiralfederkloben, u die Spiralfeder, x der Spiralfederhalter, y der Arm, worauf der Schieber des Spiralfederhalters sich befindet, cc der Zeiger des Spiralfederhalters, EE der eingetheilte Limbus, worauf dieser Zeiger den Weg bemerkt, welchen er für die Kompensation macht, 23 der Schieber, welcher die Schraube trägt, um auf den großen Hebel 24 der Kompensation sich zu stüzzen, 25 der kleine Arm des großen Hebels

der Kompensation, 26 die Welle dieses Hebels, AA, BB die Richtung des Kompensationsrostes, DD, CC der Steg, worauf dieser Rost befestiget werden muß.

1, 2, 3, 4 sind die vier Pfeiler des Gehäuses des Räderwerks, 5, 6, 7 die drei Pfeiler mit doppeltem Anschlage des Gehäuses des Regulators, FF, GG, HH die drei Pfeiler des Gehäuses des Gewichts.

12, 13, 14 sind die drei obern und die drei untern Rollscheiben über einander verzeichnet: 27 ist das Plättchen der Rollscheibe 13: 15, 15, 15 sind die drei Pfeiler des Gehäuses der Rollscheiben: S, S ist die Unruhe, und giebt zu gleicher Zeit die Größe der kleinen Platten der Rollscheiben.

OO stellt die Lage der Wechselrolle für die Schnure des Gewichts in dem Gehäuse des Räderwerks vor: NN ist die Rolle auf der Platte des Gewichts, TT die andre Rolle auf der nämlichen Platte. Die Schnure des Gewichts geht über den Zilinder E auf die Rolle OO, steigt herab zur Rolle NN, geht um die Rolle TT, und steigt wieder aufwärts, wo sie bei MI eingehangen wird. VV ist die Gabel der Rolle TT auf der Platte des Gewichts befestiget, auf welche Art auch die Rolle NN getragen wird.

Die drei Theile LL, ff stellen die Stege auf der Platte des Gewichts vor, um den Wagen des Gewichts zu bilden.

zz ist der Einschnitt an den Platten für den Durchgang der Welle der Unruhe, wenn man die Unruhe wegnehmen will, und 8, 8 die Oefnung an der dritten Platte für den Durchgang der Hemmungsscheibe.

## VII.

## Die Seeuhr No. 11. von Herrn Berthoud. *)

Die Seeuhren sind in doppelter Absicht bei der Schiffahrt von wesentlichem Nuzzen: erstlich kann man vermittelst einer Maschine, welche die Zeit mit großer Genauigkeit mißt, die genaue Lage der Inseln, Ufer, Häfen u. s. f. bestimmen, mit einem Worte alle Oerter auf der See, die man kennen muß, um diese verschiedenen Oerter auf Charten so aufzutragen, wie sie auf der Erdkugel sich befinden: denn man sieht leicht ein, daß es ganz unnüz wäre, die Länge zur See, selbst mit aller Genauigkeit bestimmen zu können, die man nur wünschen dürfte, wenn die Klippen, die man vermeiden muß, und die Häfen, wo man landen kann, auf Charten unrichtig aufgetragen werden, weil man sie

*) Das. S. 344.

sie suchen würde, wo sie nicht zu finden sind. Man muß daher vor allen Dingen auf den Charten die wahre Lage aller Oerter auf der Erdkugel bestimmen, die man kennen muß, um dahin zu schiffen. Der zweite Gegenstand, wozu eine Seeuhr dient, ist das Schiff zu führen, während dem man seine Länge bestimmt, so daß vermöge dieser Kenntniß man die bekannten Klippen vermeide, und zugleich fortfahre, auf Charten diejenigen aufzutragen, auf die man stößt, und so endlich sicher dahin gelange, wo man landen will, während dem man den kürzesten Weg dahin nimmt.

Diese beiden Vortheile von den Seeuhren erfordern daher, daß solche Maschinen gleichförmig zu allen Zeiten einen genauen Gang behalten, wenn man will, daß sie dem ersten Gegenstande, nämlich der Bestimmung der Oerter zu Entwerfung genauer Charten ein Genüge thun sollen. Indessen scheint es, daß man minder auf diesen genauen Gang der Uhr sehen dürfe, wenn sie blos zur Führung des Schiffs dient, und die Oerter als bestimmt voraussezt; denn da der Fehler, den diese Maschinen in Bestimmung der Länge geben würden, einfach und absolut ist, so wäre weniger Ungewißheit, besonders wenn es nur kurze Reisen betrift. Darf man indessen aber nicht einerlei Genauigkeit von allen Seeuhren fordern, so kann es doch immer nur der Fall seyn, wo man ihren Preis zu vermindern gedenkt, um ihren Gebrauch bei der Marine allgemeiner zu machen, und ihre Anschaffung auf Kauffartheischiffen zu erleichtern. Indessen müssen solche Maschinen doch immer einen sehr genauen und sichern Gang haben. Ich habe bisher von dem Baue der Seeuhren gehandelt, bei denen ich versucht, alles anzuwenden, was ihnen die größte Genauigkeit verschaffen, und sie für die Schiffahrt sicher anwendbar machen kann, wo die größte Schärfe erforderlich ist. Gegenwärtig will ich den Bau einer Seeuhr beschreiben, die leicht zu bauen, weniger theuer ist, und nicht so vielen Raum einnimmt; die daher der zweiten Bestimmung entspricht, und also allgemeiner anwendbar ist.

Um den Preis der Seeuhren zu vermindern, ist es erforderlich, ihr Volumen auf eine mittlere Größe herabzusezzen, denn man wird leicht einsehen, daß die Handbearbeitung großer Maschinen ungleich schwerer ist. Die Uhren No. 6 und 7 haben eine solche mittlere Größe, die bei Erleichterung der Arbeit doch immer diese Maschinen so genau machet, um den verlangten Entzwek zu erhalten: allein da die Uhren No. 6 und 7 mit Gewicht sind, wodurch ihr Volumen nothwendig beträchtlich vermehrt werden muß, so haben wir geglaubt, in dieser Absicht eine Feder anwenden zu können, doch so, daß man von den gewöhnlichen Zufällen der Federn, als bewegenden Kraft, nichts zu fürchten habe, wie wir weiter zeigen werden, wenn wir der Grundsäzze erwähnen werden, worauf es eigentlich ankommt, um gute Federn zu erhalten.

Die Seeuhren No. 6, 7, 8, 9 und 10 sind alle mit der größten Genauigkeit vermittelst Werkzeuge verfertiget worden, die ich zu dieser Absicht gemacht; allein wenn

alle Künstler, welche Seeuhren machen wollten, genöthiget wären, ähnliche Unkosten zum Baue solcher Maschinen anzuwenden, so würde man wenige finden, die sich demselben unterziehen dürften. Es ist daher nöthig auch darauf zu denken, wie man Seeuhren ohne so viele Instrumente bauen könne, welches besonders geschehen kann, wenn die Dimensionen solcher Maschinen gehörig gegeben werden, wenn die Grundsäzze ihrer Bauart gut sind, und gewissermaßen unabhängig von der äußersten Genauigkeit, die man gewissen Theilen der Maschine geben könnte, da diese äußerste Genauigkeit der Handarbeit in gewissen Fällen ihren genauen Gang nicht stören kann.

Bei den Seeuhren, die wir bereits beschrieben haben, ist der Mechanismus der Kompensation sehr gut gerathen, allein er ist sehr kostspielig, weil er sehr zusammengesezt ist. Wir wollen daher durch einen einfachern Mechanismus unsern Entzwek zu erreichen suchen.

Dies sind die hauptsächlichsten Betrachtungen, die mich zu dem Entschluß gebracht, an dem Baue neuer Seeuhren zu arbeiten, und in welcher Rücksicht ich denn auch diejenige No. 11 gebauet, deren Beschreibung ich gegenwärtig geben will.

## Von dem Baue der Seeuhr No. 11.

Der Regulator der Uhr No. 11 ist so wie derjenige der Uhren No. 6 und 7 eingerichtet. Die Unruhe ist horizontal und hängt an einer Feder; sie macht vier Vibrazionen in einer Sekunde, und liegt zwischen sechs Rollscheiben; ihre Schwere ist gleich derjenigen von No. 6 und 7. Indessen ist dieser Regulator ungleich vollkommner und hat weniger Anreibung; denn nach den Bemerkungen, die wir bereits angeführt haben, werden die Zapfen der Rollscheiben schwächer gemacht, und tragen gleiche Last, da jede Rollscheibe in gleicher Entfernung von ihren beiden Zapfen steht. Die Zapfen der Welle der Unruhe sind ungleich schwächer, indessen ist die Unruhe etwas größer, und beschreibt größere Bögen der Vibrazionen; der Regulator erhält also eine größere bewegende Kraft als bei No. 6 und 7, und weniger Anreibung. Das Gehäuse des Regulators kann kleiner gemacht werden, als dasjenige des Räderwerks; es ist hinreichend, wenn es die erforderliche Größe hat, um die Unruhe, die Rollscheiben, und die Pfeiler zu enthalten: es ist von einer leichtern und bequemern Bearbeitung der Rollscheiben, um die Unruhe zu zerlegen, die Spiralfeder zu ändern u. s. f. Aus dieser Ursache war auch bei No. 6 der Regulator in einem besondern Gehäuse; allein bei No. 11 haben wir eine große Platte weniger, weil ein Theil des Mechanismus der Kompensation von dem Gehäuse des Regulators, und der andre von der zweiten Platte des Räderwerks getragen werden kann. Uebrigens kann eine oder die andre Einrichtung angewendet werden; indessen schlage ich

hier

hier diejenige vor, die am leichtesten zu bearbeiten ist, besonders um Rollscheiben in das Gehäuse einzuhängen.

## Von der Hemmung.

Ein wesentlicher Fehler an den Uhren No. 6 und 7 war eine Hemmung, die viel Anreibung verursachte und Oel bedurfte. Dieser Fehler hat große Veränderungen auf die Uhr No. 6 bewirkt; allein seit der Anwendung der Hemmung mit freien Vibrazionen fürchte ich diese weiter nicht so sehr, besonders seitdem ich diese Hemmung an der Seeuhr No. 3 angebracht, deren Unruhe gleichfalls vier Vibrazionen in einer Sekunde macht.

## Von dem Isochronismus der Vibrazionen durch die Spiralfeder.

Die größten Fehler, die sich an der Uhr No. 6 während den Versuchen auf der See zutrugen, sind, wie wir gesehen haben, verursacht worden 1) durch die zu große Anreibung des Regulators, der wir beizukommen gesucht haben, 2) durch die Anreibungen der Hemmung und die Veränderungen im Oele, wogegen die freie Hemmung hilft, 3) durch den Nicht-Isochronismus der Spiralfeder und die Veränderungen in ihrer Gestalt, welche Fehler man aber gleichfalls verbessern kann, wie ich angeführt habe, nämlich der Mangel an Isochronismus vermöge der Gestalt selbst, und die Veränderung der Gestalt durch die Härtung der Feder nach der Aufwindung. Wir werden in der Folge diesen Gegenstand noch weiter abhandeln.

## Von dem Räderwerke.

Die große Genauigkeit, womit die Räderwerke der Uhren No. 6, 7, 8 u. f. gemacht worden, ist alles was man wünschen kann, allein diese äußerste Genauigkeit ist nicht unbedingt nothwendig, seitdem es mir gelungen ist, große und kleine Bögen der Vibrazionen des Regulators isochronisch zu machen, besonders wenn der Regulator viel Stärke besizt, und wenn die Anreibungen so gering als möglich gemacht worden sind. Uebrigens ist es auch möglich, den Trieben mit der Hand eine hinreichende Vollkommenheit zu geben, so daß die Ungleichheiten sehr gering seyn werden, und mithin niemals merklich den genauen Gang einer wohlgebauten Seeuhr stören werden. In dieser Rücksicht muß man die Räder so groß machen, als es das Volumen der Maschine erlaubt, wodurch man den Rädern viele Zähne und den Trieben viele Stäbe geben kann, so daß die zurückgebliebenen Ungleichheiten den Eingriff wenig werden stören können.

## Von der Feder, als bewegenden Kraft: wie sie eingerichtet seyn muß, um nicht zu springen, noch ihre elastische Kraft zu verlieren.

Ist die Stärke der bewegenden Kraft gegeben, so kann man sie auf zwei Arten vermittelst der Feder erhalten: 1) durch eine Feder, welche blos die erforderliche Stärke hat, und deren Gänge alle angewendet werden. Dies ist das Verfahren, dessen man sich in der gewöhnlichen Uhrmacherkunst bei Pendel- und Taschenuhren bedient: bei leztern läßt man blos einen halben Umgang oberhalb, welcher nicht angewendet wird, oder man läßt ihn unterhalb; bei gewöhnlichen Pendeluhren wird die ganze Kraft der Feder angewendet. 2) Durch eine Feder, deren Blatt ungleich stärker, als es erforderlich ist, wenn man alle Gänge anwendete, wovon man aber nur eine kleine Anzahl Gänge braucht, d. i. wenn diese Feder 6 oder 7 Umgänge machen kann, wo blos ein Umgang erforderlich ist, um die gegebene Kraft zu bewirken; nun kann man dies mit einer großen Feder und einer schwachen Spindel erhalten.

Nach der ersten Art, die Feder anzuwenden, reiben sich 1) die Blätter mehr, 2) wenn die ganze Kraft der Feder angewendet wird, so befindet sie sich in einem angespannten Zustande, woraus folgt, daß sie sich leichter zieht, oder nachgiebt.

Nach dem zweiten Verfahren, welches dasjenige ist, welches ich vorschlage, und bereits davon bei der Seetaschenuhr Gebrauch gemacht habe, ist die Feder den nämlichen Fehlern nicht unterworfen; denn da man nur die ersten Umgänge der Anspannung einer Feder anwendet, so werden 1) die Bleche einander weniger berühren, folglich weniger Anreibung machen; 2) da eine solche Feder sich nie in einem angespannten Zustande befindet, so wird ihre Kraft immer gleich stark bleiben; 3) ist sie dem Springen nicht ausgesezt. Es scheint mir daher, daß dieses Verfahren dem gewöhnlichen unendlich vorzuziehen ist. Es ist wahr, daß eine solche Feder einen größern Raum einnimmt, allein bei einer Seeuhr hat dies wenig auf sich, und nie ist ihr Volumen begränzt, da es nur darauf ankommt, daß die Maschine gut ist.

## Von dem Mechanismus der Kompensation.

Der Mechanismus der Kompensation, dessen ich mich bei meinen Seeuhren bedient habe, ist sehr vollkommen, so daß, wenn ich hier Abänderungen vorschlage, so geschieht es blos, um die Unkosten zu vermeiden, weil ein solcher Kompensationsrost nothwendig hoch im Preise steht; allein ich glaube, daß für den Gebrauch, wozu ich diese Uhren mit der Feder bestimme, man den Rost durch das bereits erwähnte zusammengesezte Blech ersezzen kann. Dieses Mittel ist ungleich einfacher, als dasjenige des Rostes; allein

allein noch weiß ich nicht, ob zwei Bleche, eines von Stahl, das andre von Messing, die auf einander genietet werden, da sie sich solchergestalt in einem gespannten Zustande vermöge ihrer verschiedenen Ausdehnungen befinden, beständig einerlei und gleich bleiben werden, worüber ich noch die gehörigen Versuche und Erfahrungen machen muß.

Herr Bouguer in den Memoiren der Akademie sagt von einem Mittel, welches er erfunden, und zu Peru angewendet hat, um die Ausdehnungen der verschiedenen Metalle zu messen: das zusammengesezte Blech, dessen ich hier erwähne, ist auf den nämlichen Grundsaz gemacht; man hat davon eine Anwendung bei den Uhren nach Herrn Harrison gemacht; allein die Art, unter welcher ich dieses Blech anwende, ist von derjenigen des Herrn Harrison ganz verschieden.

## Von der Aufhängung.

Das Aufhängen meiner Seeuhren war unter verschiedener Vorsicht gebraucht, und der Gebrauch davon auf der See hat es nuzbar bewiesen; und zufolge eben dieser Versuche habe ich denn auch das Aufhängen der Uhren No. 6 und 8 verbessert. Macht man aber Uhren mit der Feder, so wird das Aufhängen dieser Maschinen weniger kostspielig, da das Volumen nicht so groß ist; übrigens kann man ihre Bearbeitung auch noch leichter machen, wenn man die stählernen Zapfenlager wegläßt, worauf die Zapfen bei dem Aufhängen der Uhren No. 6, 7, 8, 9 u. s. f. liegen. Denn man kann, wenn man den Durchmesser der Zapfen nach der Last einrichtet, die sie tragen, diese Zapfen ganz einfach in die messingenen Löcher an den Theilen der Aufhängung selbst legen.

Endlich um eine Idee von der Absicht zu geben, die ich mir bei dem Baue meiner Seeuhren mit der Feder vorgesezt habe, sieht man, daß die Verminderung des Volumen dieser Maschinen zu einem Gegenstand der Oekonomie in dem Laufwerke und der Aufhängung geworden, und daß das Gehäuse, da es kleiner wird, auch weniger kostet, und daß sochergestalt eingerichtete Uhren leicht von Paris bis in die Häfen gebracht werden können, besonders wenn man, wie ich thue, Einfälle anbringt, um die Unruhe vor allem Zufall zu sichern, und das Gehäuse in der Aufhängung fest hält, so daß ohne etwas zu zerlegen, die ganze Maschine vor allem Zufall verwahret werden kann. Der Versuche, die ich mit einer solchen Maschine angestellt habe, werde ich in der Folge weitläuftiger erwähnen.

## Beschreibung der Seeuhr No. 11.

Fig. 2. Taf. X. enthält das Profil der Seeuhr No. 11. Das Gehwerk hat sein eignes Gehäuse, welches aus zwei Platten und vier Pfeilern besteht. Die Minuten und

und Sekunden sind auf eigenen Zifferblättern und exzentrisch wie bei No. 10, damit der Sekundenzeiger nicht über die Oefnung zum Aufziehen gehe wie bei No. 8. Der Regulator hat sein eigenes Gehäuse, welches man für sich allein wegnehmen kann, ohne das Räderwerk zu zerlegen: der Mechanismus der Kompensation liegt unter diesem Gehäuse.

AA, BB sind die zwei großen Platten, welche das Gehäuse für das Räderwerk bilden. CC ist das Schnekkenrad, welches in 12 Stunden einen Umgang macht; es trägt des Stundenzifferblatt D, dessen Röhre gedrang an den Puzzen des Schnekkenrades CC angeschoben wird: dieses Rad trägt die Hülfsfeder a, welche während dem Aufziehen die Uhr im Gange erhält: b ist das Sperr-Rad dieser Hülfsfeder, und E der Sperrkegel, welcher von der geraden Feder c angedrükt wird. F der Schnekken: d, d der Vorfall, wovon G die Gabel ist: e das Sperr-Rad des Schnekken. Die Einrichtung des Schnekkenrades, der Hülfsfeder, Zifferblatts, Sperr-Rades u. s. f. ist ganz wie bei den Uhren No. 6, 7 u. f. worauf sich daher hier bezogen wird. Der Schnekken wird mit der Welle des Schnekken durch zwei Schrauben verbunden, eben so wie der Zilinder bei den Seeuhren mit Gewicht. Das Federhaus, welches die Hauptfeder enthält, ist hier im Profil nicht vorgestellt worden, um nicht die wesentlichen Theile zu verdekken: die punktirten Linien aa, bb, cc stellen das Federhaus vor, und diejenigen dd das Sperr-Rad: die Lage des Federhauses sieht man im Grundrisse Fig. 11. Taf. VIII. und Fig. 1. Taf VI. die Sperrung unterhalb der zweiten Platte des Räderwerks.

Das Schnekken- oder Stundenrad CC Fig. 2. Taf. X. greift in das Minutentrieb f, dessen verlängerter Zapfen den Zeiger g trägt, welcher die Minuten auf einem kleinen exzentrischen Zifferblatte A Fig. 2. Taf. IX. bemerkt: das Trieb f trägt das Minutenrad H; dieses greift in das Trieb h des kleinen mittlern Rades I; und dieses in das Trieb i, dessen verlängerter Zapfen den Sekundenzeiger l trägt, welcher die Sekunden auf dem kleinen exzentrischen Zifferblatte B Fig 2. Taf. IX. zeigt.

Die Welle des Sekundentriebs trägt das Rad L, welches in das Trieb k des Hemmungsrades M greift: dieses Rad liegt im Gehäuse zwischen zwei Stegen, die von dem Gehäuse des Regulators getragen werden: m k ist einer dieser Stege; der andre, welcher den untern Zapfen des Hemmungsrades trägt, hat im Profil nicht angegeben werden können.

Die Hemmung dieser Unruhe ist diejenige mit freien Vibrazionen so wie bei No. 10; n Fig. 2. Taf. X. ist die Hemmungsscheibe, und o der Lappen, welcher auf den Einfall wirkt: dieser Einfall ist im Profil nicht angegeben, allein die ganze Einrichtung der Hemmung ist im Grundrisse Fig. 2. Taf. IX.

Das

Das Gehäuse des Regulators besteht aus zwei Platten N N, O O und aus drei Pfeilern wie P, P: diese Pfeiler sind doppelt angesezt, damit dieses Gehäuse des Regulators willkührlich von demjenigen des Räderwerks abgehoben werden könne, ohne Theile von einander zu nehmen, welche zu einem oder zu dem andern Gehäuse gehören.

Der Steg der Aufhängung der Unruhe steht auf der Platte N N des Regulators, welcher aber hier nicht vorgestellt werden konnte, um nicht Hauptheile zu verdekken: p ist der obere Bakken der Feder der Aufhängung, welcher oberhalb dem Stege der Aufhängung sich befindet, q ist der untere Bakken, und p q k die Feder der Aufhängung; die Lage des Stegs der Aufhängung ist im Grundrisse Fig. 2 Taf. IX. verzeichnet, und das was die Aufhängungsfeder, ihr Steg, die Bakken u. s. f. betrift, ist einerlei mit dem, dessen wir bereits erwähnet haben, und worauf wir uns hier beziehen.

P P ist die Unruhe, welche vermittelst drei Schrauben auf den Puzzem der Welle befestiget wird: der obere Zapfen dieser Welle liegt zwischen den obern Rollscheiben 1, 2, 3 und der untere Zapfen zwischen den Rollscheiben 1, 2, 3: diese sechs Rollscheiben liegen im Gehäuse zwischen den Platten N N und Q Q und denjenigen O O und R R: die untern Spizzen der Zapfen der Rollscheiben ruhen auf stählernen Plättchen.

Das obere Ende der Welle der Unruhe trägt die Hemmungsscheibe und den Bakken zur Feder der Aufhängung, beide eingerichtet wie bei der Uhr No. 10; das untere Ende dieser Rolle trägt die Welle der Spiralfeder, die hier so eingerichtet ist wie bei der Seeuhr No. 3: r ist die Spiralfeder; s der Spiralfederkloben, und t das Ende des Spiralfederhalters am Arme u der Welle des Spiralfederhalters: der andre Arm x des Spiralfederhalters trägt den Schieber y: dieser Schieber hat zwei Schrauben 4, 5; auf diejenige 4 stüzt sich das zusammengesezte Blech S T solchergestalt, daß so wie dieses Blech sich nach den verschiedenen Temperaturen *) krümmt, der Spiralfederhalter sich um die Spiralfeder bewegt, und die Kraft der Spiralfeder verstärkt oder schwächt, man so folglich zu einer Kompensation der Wirkung von Kälte und Wärme auf die Uhr gelangt: die andre Schraube 5 dient, den Schieber näher oder entfernter von der Welle des Spiralfederhalters zu befestigen, um dessen Weg nach Erforderniß der Kompensation zu vermeh-

ren

*) Man weiß, daß Stahl und Messing sich verschieden ausdehnen, in dem Verhältnisse wie 74 zu 121. Sind nun beide Blätter, durch die Vernietungen 6, 7, 8 u. f. mit einander verbunden, wie man auf dem Bleche S T Taf. X Fig. 2. sieht, so folgt nothwendiger Weise, daß so wie dieses Blech verschiedenen Temperaturen ausgesezt wird, die messingene Seite, welche sich mehr als die stählerne ausdehnt, bei der Wärme konvex, und bei der Kälte konkav wird. Dies ist auch die Ursache, daß Quadranten, die man sonst von Eisen machte, und mit Messing belegte, sich während den Arbeiten in verschiedenen Temperaturen krümmten.

ren oder zu vermindern. Das Ende T des zusammengesezten Blechs S T ist an dem Stege V X befestiget; dieser Steg wird vermittelst zwei Schrauben und zwei Füße unterhalb der zweiten Platte des Räderwerks gehalten: das Ende X des Stegs ist aufgeschnitten, und das Ende T y geht gedrange hinein, und wird auf den Steg vernietet, so daß dieses Ende des Blechs vollkommen befestiget wird, während dem dasjenige S einen um so größern Weg durchlauft, als das Blech mehr von der Temperatur leidet.

Der Federhalter liegt im Gehäuse in dem doppelten Stege Y, welcher durch eine Schraube und zwei Füße unterhab der Platte O O des Gehäuses des Regulators befestiget wird: die Feder 9, welche diesen Steg trägt, stemmt sich beständig gegen die Schraube 4 des Schiebers der Kompensation auf dem zusammengesezten Bleche S T, um der Bewegung ganz zu folgen.

Die Welle Z Fig. 2. Taf. X. ist diejenige des Einfalls, welche zu doppeltem Gebrauche dient: erstlich die Unruhe zu unterstüzzen, und zu halten, wenn die Uhr verschikt wird, und zweitens die Uhr in Gang zu sezzen. Diese Welle ist in das Gehäuse des Räderwerks eingehangen: das obere Ende hat einen Puzzen, woran ein Arm und Stift genietet sind, welcher quer durch die Zifferblattscheibe A A geht: dieser Stift dient, den Einfall auf die Unruhe wirken zu lassen. In dieser Rücksicht geht das verlängerte Ende der Welle zur Seite des Gehäuses des Regulators, und trägt den Arm 10, 11, welcher auf einen Stift der Unruhe wirkt, um ihm die Bewegung zu geben: weiter unten trägt diese Welle den Arm 12, 13, dessen Ende 13 geneigt zugefeilt ist, um die Unruhe zu heben, wenn die Uhr verschikt wird.

Fig. 3. Taf. IX. ist der Spiralfederhalter perspektivisch verzeichnet, und in den doppelten Steg eingehangen. Der Theil A A des ersten Steges ist an der Platte unterwärts befestiget. B ist der zweite Steg, welcher an den Steg A durch eine Schraube und zwei Füße befestiget wird: a ist der Spiralfederhalter, b die Schraube, welche den Schieber auf dem Arme c festhält: der gegenüber stehende Arm d trägt den Schieber der Kompensation, wo das Ende der Schraube f sich auf das zusammengesezte Blech stüzt: g ist der Zeiger, welcher auf der Platte O O Fig. 2. Taf. IV. den von dem Spiralfederhalter durchlaufenen Weg bemerkt, wenn die Uhr von der Temperatur Veränderungen ausgesezt worden ist.

Fig. 1. Taf. VI. ist die Seite der Uhr, wo der Mechanismus der Kompensation angebracht worden: A, A ist die untere Fläche der zweiten Platte des Räderwerks (oder B B Fig. 2. Taf. IX.) B B ist die untere Fläche der untern Platte des Regulators (oder O O Fig. 2. Taf. IX.): CD ist die Sperrung des Federhauses: a, b, c das Ende der Pfeiler des Gehäuses des Räderwerks: d das Ende des Zapfens des Schneckenrades: e das

das konische Loch am Ende des Zapfens des Minutenrades, und f das Loch des kleinen mittlern Rades: E ein Loch auf der Platte A A, um den Stift g einzulegen und wegzunehmen, welcher zu einem Pfeiler des Gehäuses des Regulators gehört.

F G ist das zusammengesezte Blech: der Theil des Blechs von der Seite F ist von Stahl, die andre Seite von Messing, wie zur Seite des Blechs angegeben worden. Das Ende F des Blechs ist an den Steg H H befestiget: dieser Steg steht auf der Platte A A vermittelst zwei Schrauben feste. Das Ende h des zusammengesezten Blechs wirkt auf das Ende der Schraube an dem Schieber i, welcher sich an dem einen Arme des Spiralfederhalters befindet: eben dieser Arm trägt den Zeiger l, welcher den von dem Spiralfederhalter durchlaufenen Weg bemerkt, wozu die Theilungen 0, 10, 20 auf der Platte B B bestimmt sind. Der Schieber k an dem andern Arme des Spiralfederhalters ist derjenige des Spiralfederhalters selbst: K ist der doppelte Steg des Spiralfederhalters, perspektivisch Fig. 3. Taf. IX. verzeichnet: L ist der Spiralfederkloben.

Die punktirten Rollscheiben 1, 2, 3 sind diejenigen, welche den untern Zapfen der Welle der Unruhe tragen: das vorspringende Ende dieser Welle trägt die Spiralfeder i, k. Die Rollscheibe 1 kann weggenommen werden, wenn man die Unruhe abheben will. Zu dieser Absicht legt man das Plättchen M weg, welches auf der Platte durch zwei Schrauben befestiget wird, und zieht die Rollscheibe 1 hierauf zurük; dies thut man auch am obern Ende der Welle der Unruhe, wo man die nämliche Rollscheibe wegnimmt, die so wie die untere eingerichtet ist: sind die beiden gleich bezeichneten Rollscheiben r Fig. 2. Taf. X. weggenommen, so kann man die Unruhe ausheben, ohne das Gehäuse des Regulators zu zerlegen: dieses Plättchen M, und das ähnliche an der andern großen Platte des Regulators dient noch zu einer andern Absicht, nämlich um dadurch der Welle der Unruhe nach Erfordern den gehörigen Spielraum zu geben. Dieses Plättchen M hat noch ein stählernes Plättchen m, worauf die Spizze des Zapfens der Rollscheibe lauft, um nicht auf den Ansaz aufzustoßen: n und o sind ähnliche stählerne Plättchen, die zu eben dieser Absicht für die Rollscheiben 2 und 3 dienen; die nämliche Vorsicht ist auch für die Spizzen der Zapfen des obern Gehäuses der Rollscheiben nöthig.

N O P ist der Einfall zum Heben der Unruhe, wenn die Uhr zu Lande verschikt wird, und um die Unruhe wieder in Gang zu sezzen. N O ist der Arm mit der geneigten Fläche zum Heben der Unruhe Q R, welche hier punktirt vorgestellt worden, und N P der Arm, dessen Ende P auf einen Stift der Unruhe wirkt, um ihr die Bewegung zu geben: p, p, p ist das Ende der Zapfen des untern Gehäuses der Rollscheiben.

Fig. 2. Taf. IX. enthält das Kaliber, worauf die wahre Lage aller Theile der Seeuhr No. 11. verzeichnet worden. Alle übrigen Figuren haben gedient, die Einrich-

S 2 tung

tung und den Mechanismus dieser Uhr zu zeigen, allein dieser Grundriß ist um so wesentlicher, da vermöge desselben ein verständiger Künstler eine ähnliche Maschine solchergestalt nachbauen kann, welches auch besonders die Absicht ist, die ich zum Augenmerke habe. CC ist eine schwache messingene Platte von der genauen Größe der großen Platten: auf diese Platte wird denn der Grundriß verzeichnet. D ist das Schnecken- oder Stundenrad von 180 Zähnen: E das Hülfssperr-Rad von 100 Zähnen: F das Sperr-Rad des Schnecken von 80 Zähnen. Der Kreis G ist für den großen Durchmesser des Schnecken, und der Kreis H für den kleinen Durchmesser und für die Größe der Schneckenschnauze: a, b, c ist der Vorfall, a die Gabel: der Theil b des Vorfalls hat unterwärts einen Absaz, wogegen die Schnauze sich stemmt, wenn der Schnecken aufgezogen wird; die Kette stüzt sich auf das Ende C des Vorfalls, und der Absaz fällt vor die Schnauze. I ist das Federhaus, und K das Sperr-Rad des Federhauses; L ist der Sperrkegel, welcher das Sperr-Rad der Hülfsfeder zurükhält, wenn die Uhr aufgezogen wird, wodurch es genöthiget wird, auf das Räderwerk zu wirken, und die bewegende Kraft zu ersezzen, welche beim Aufziehen nicht wirken kann. M ist die Oeffnung an der Zifferblattscheibe für die Stunden, die auf dem Stundenzifferblatte gestochen worden, welches von der Röhre des Schneckenrades getragen wird, d ist der Zeiger an dieser Platte, welcher die Stunde bemerkt.

Das Schneckenrad D greift in das Trieb e des Minutenrades, welches 15 Stäbe hat; der verlängerte Zapfen dieses Triebs trägt den Zeiger, welcher auf dem Zifferblatte A die Minuten bemerkt, und nur zum Theil hier angegeben worden. Das Minutenrad N, welches auf den Puzzen des Minutentriebs e genietet worden, greift in das Trieb f von 16 Stäben. Dieses Trieb trägt das kleine mittlere Rad O von 120 Zähnen; dieses greift in das Trieb g von 16 Stäben, dessen verlängerter Zapfen den Zeiger trägt, welcher die Sekunden auf dem Zifferblatte B bemerkt. Die Minuten und Sekundenzifferblätter sind auf die Zifferblattscheibe aufgeschraubt. Die Stärke dieser Zifferblätter sieht man Fig. 2. Taf. X.

Das Sekundenrad P, welches von dem Sekundenrade g getragen wird, hat 96 Zähne: es greift in das Trieb h, welches das Hemmungsrad Q trägt; dieses Rad, dessen Gestalt hier abgebildet worden, hat 10 Zähne, welche nach der angezeigten Art auf die Hemmungsscheibe R wirken, die von Stahl ist, und einen Einschnitt hat, welcher bei jeder zweiten Vibrazion vorfällt, damit das Rad der Unruhe den Antrieb mittheile. Da nun jede Vibrazion der Unruhe eine Viertels-Sekunde macht, so folgt, daß der Sekundenzeiger halbe Sekunden zeigt: i, l, k ist der Einfall, welcher die Wirkung des Hemmungsrades aufhält, während dem die Unruhe frei oscillirt; i ist der Arm, welcher das Rad aufhält, C dessen Mittelpunkt der Bewegung, und k der Arm, auf welchen der Lappen m wirkt, um das Hemmungsrad frei zu machen, damit es der Unruhe die Bewegung wie-

wieder ersezze die sie verlohren hat: n ist der Einschnitt an dem Ringe der Unruhe, damit, wenn sie eintritt, sie ihren Stoß auf den Absaz am Umkreise dieses Ringes thue.

Die Hemmungsscheibe liegt außerhalb den Rollscheiben, wie man Fig. 2. Taf. X. sieht, allein ganz an den Rollscheiben an, damit der Spielraum der Welle weniger auf die Wirkungen der Hemmung gehe, wie dies der Fall wäre, wenn diese Scheibe von den Rollscheiben abstünde; und da das Hemmungsrad in gleicher Höhe wie diese Scheibe steht, um sich der Wirkungen der Hemmung zu versichern, so folgt, daß dieses Rad in das Gehäuse des Regulators herabgehen muß, während dem daß dessen Trieb im Gegentheil bis in das Gehäuse des Räderwerks geht, um in das Sekundenrad einzugreifen, das Hemmungsrad muß also in das Gehäuse zwischen zwei Stege gelegt werden, deren einer o, h in das Gehäuse des Regulators fällt, und der andre h, p in das Gehäuse des Räderwerks steigt: diese zwei Stege werden oberhalb der obern Platte N N Fig. 2. Taf. X. des Regulators befestiget. Der Steg o, h dient zu gleicher Zeit den untern Zapfen des Einfalls zu tragen, und der obere Zapfen dieses Einfalls liegt in einem kleinen Stege o, l, der auf dem ersten o, h durch einerlei Schraube befestiget wird: g, i ist die Feder, welche auf den Einfall wirkt: diese Feder ist oberhalb der obern Platte des Regulators befestiget; q ist der Steg, welcher auf dem Ringe der Unruhe befestiget wird, um den obern Zapfen des Lappen m aufzunehmen; der andre Zapfen eben dieses Lappen läuft in einem messingenen Loche auf der stählernen Hemmungsscheibe R: r m ist die Feder, welche auf den Lappen wirkt, um ihn gegen den Stift zurükzuführen, welcher seinen Lauf reguliren muß: s ist der Backen, welcher das untere Ende der Aufhängungsfeder der Unruhe befestiget: dieser Backen s ist auf die Hemmungsscheibe R durch eine Schraube und einen Fuß aufgeschraubt: S ist der Steg für die Aufhängung der Unruhe; er ist oberhalb der obern Platte des Regulators befestiget, und geht quer durch eine Oefnung an der zweiten Platte des Räderwerks bis zur Zifferblattscheibe: hier hält er einen Backen, welcher das obere Ende der Aufhängungsfeder befestiget.

TT stellt die Größe der zwei Platten des Gehäuses des Regulators vor, und VV die Größe der zwei Platten der Gehäuse der Rollscheiben; VV bezeichnet auch die Unruhe, welche von der nämlichen Größe ist, wie die Platten der Gehäuse der Rollscheiben. 1, 2, 3 sind die Rollscheiben, und X das Plättchen der Rollscheibe 1. Diese Rollscheibe liegt nahe an der obern Platte des Regulators: das Plättchen X ist an diese Platte befestiget; es dient zu gleicher Zeit, wie wir bereits gezeigt haben, der Welle der Unruhe mehr oder weniger Spielraum zu geben, und die Rollscheibe wegzunehmen, um die Unruhe abzuheben: t, t, t sind die Pfeiler der Gehäuse der Rollscheiben, und YYY die Pfeiler des Gehäuses des Regulators: 4, 5, 6, 7 sind die Pfeiler des Gehäuses des Räderwerks; 7, 7, 7 sind die Löcher für die Stifte zu Auflegung des Kalibers auf die großen Platten, um die Zapfenlöcher nach ihrer wahren Stellung zu bohren; 8, 8, 8 sind

die Löcher für die Stifte, um auf den kleinen Platten und auf dem Gehäuse des Regulators alle Theile aufzutragen.

Z, v, x, y stellt den Einfall vor, welcher dient, der Unruhe die Bewegung zu geben, oder sie anzuhalten, wenn die Uhr verschikt wird: dieser Einfall ist um Z beweglich: der Arm y wird von dem obern Ende der Welle der Aushebe getragen: dieser Arm hat einen Stift, welcher quer durch die Oefnung 9, 10 an der Zifferblattscheibe geht: dieser Arm y macht gegen die Platte eine Anreibung, damit der Einfall sicher auf dem Punkte bleibt, wo man ihn hinführt, um seine Wirkung zu machen: dieser Stift y ist es, welcher dient, den Einfall zu führen: allein um noch sichrer diesen Einfall anzuhalten, muß man, wie ich bei der Uhr No. 8 gethan habe, ein Loch z in den Arm y bohren, und Löcher auf der Platte an den gehörigen Stellen, damit ein Stift eingelegt werden, und dieser Einfall sich nicht wenden könne, wie auch die Stöße des Wagens beschaffen sind, worauf die Uhr verschikt wird. Der Arm v ist derjenige, welcher der Unruhe die Bewegung giebt, wenn man den Arm y von o gegen 9 drükt; allein ich merke hier an, daß wenn man diese Bewegung dem Einfalle giebt, man ihn ganz auf o führen müsse, ohne welches der Stift der Unruhe beim Zurükgehen an den Arm v anschlagen würde, welches sie nochmals aufhielte. Eben so bemerke ich in Rücksicht dieser ersten Wirkung, die ich hier vorschlage, daß es mit hinreichender Genauigkeit geschehen müsse, damit man ihn wegnehme, wenn man den Arm v entfernt, und nur von dem Arme x Gebrauch macht, welcher dienen muß, die Feder der Aufhängung der Unruhe zu schonen, während dem die Uhr in einem Wagen verschikt wird: dieserwegen ist das Ende x dieses Arms geneigt zugefeilt, so daß, wenn man den Arm y von o gegen 10 stößt, der Arm x die Unruhe unterstüzze; an dieser Stelle muß man, wie bei dem Punkte o, ein Loch in die Platte bohren, um daselbst einen Stift einzulegen, welcher solchergestalt den Einfall sicher hält; allein wenn man jezt annimmt, daß man den Arm v wegnehme, so kann es leicht geschehen, daß bei Führung des Arms y von 10 gegen o die Unruhe nicht ihre Bewegung ganz für sich wieder erhielte, welches von der Lage abhängt, die die Unruhe hatte, als sie aufgehalten wurde; in diesem Falle darf man blos die Uhr in Gang sezzen, sie leicht wenden, wo denn die Unruhe ihre Bewegung erhalten wird; in jedem Fall, um alle Irrung zu vermeiden, könnte man leicht einen zweiten Einfall beifügen, welcher blos zum Gange der Uhr diente, wenn sie angehalten wird. Endlich um alles zu beendigen, was diesen Einfall betrift, hebt man alle Schwierigkeit, wenn man sie so macht, wie sie verzeichnet worden, um ohne Furcht der Unruhe die Bewegung zu geben, wenn man den Arm x den ganzen Bogen v 11, und folglich den Arm y den Bogen o 9 durchlaufen läßt: bei diesem Punkte halte man ihn durch einen Stift an, welcher quer durch die Oefnung z des Arms y, und durch eine Oefnung in der Platte gehe: will man die Uhr in einem Wagen führen, so führe man den Arm y von 9 gegen 10, um die Unruhe zu unterstüzzen.

Die punktirten Linien 12, 13 stellen das zusammengesezte Blech vor, und 14, 14 den Steg, woran dieses Blech befestiget wird: die punktirten Linien 15, 16 stellen den Steg des Spiralfederhalters vor: die punktirte Linie 17 ist die Richtung des Spiralfederkloben, und 18 die Richtung des Spiralfederhalter.

Fig. 1. Taf. XI. ist die Aufhängung der Seeuhr No. 11; hier ist das Gehäuse blos für eine Uhr mit der Feder, indessen kann sie auch zu Uhren mit Gewicht gebraucht werden, wenn anstatt den Theil A B C unter dem Gehäuse, und den Theil C am Boden des Gehäuses zu befestigen, dieser Theil C an der Seite des Gehäuses angebracht wird, und das Gehäuse so nach Erfordern weiter herab geht. Allein da die Aerme A und B die Schwere der Uhr in dieser horizontalen Lage nicht halten könnten, so habe ich an A und B Ansäzze angebracht.

Der Quertheil C Q R des Klobens der Aufhängung, der die Träger A und B verbindet, wenn man ein langes Gehäuse hat, denn in diesem Falle dient er der Scheibe I, M mit den Zapfen der Schraube I, K einerlei Spielraum zu geben: denn wenn man blos einfach die Träger A, B an den Seiten des Gehäuses für die Schrauben I, K befestigen wollte, so könnte die Scheibe der Aufhängung L, M zu viel oder zu wenig Spielraum der Länge nach haben, je nachdem es sich ausnüzte, wogegen der Theil A, B, C ist, dieserwegen müssen auch die Lager an der Seite des Gehäuses nicht mit den Aermen A und B verbunden werden, sondern sie blos unterstüzzen.

Diese Aufhängung ist so eingerichtet, daß das Zifferblatt der Uhr vollkommen in jeder Richtung gleichgestellt werden kann, ohne die Bleimasse D D zu verändern. Zu dieser Absicht lassen sich die Platten E E für die Läger der Zapfen der Schrauben F auf der Platte G am Gehäuse bewegen, worauf man die Gegenschraubenmutter H anzieht. I, K sind Schrauben mit Zapfen, die in den Löchern der Scheiben L, M laufen, um die zweite Bewegung der Aufhängung zu bewirken, welche gleichfalls Gegenschraubenmuttern haben.

Das Ende der Schraube N hat eine kegelförmige Spizze a, und eine Grundfläche b, um die Bewegung des Gehäuses beim Versenden zu Lande zu verhindern, wo denn die Spizze a in ein Loch von Blei fällt, und die Basis b das Gehäuse hält, daß es sich nicht wenden kann: ist die Schraube N gehörig gewendet, so dreht man die Schraube e, die unterhalb C aufzusizzen kommt, so daß die Schraube N sich nicht losmachen kann.

*) Folgende Versuche, die ich mit ihr angestellt habe, nachdem sie fertig bearbeitet worden, hoffe ich werden nicht am unrechten Orte stehen.

1. Ver-

*) Das. S. 514.

1. **Versuch.** Nachdem die Uhr völlig bearbeitet, und alle Theile den erforderlichen Spielraum hatten, brachte ich eine Spiralfeder an, welche die gehörige Stärke besaß. Ich ließ jezt, ehe ich noch die Hemmung einhieng, die Unruhe frei an ihre Feder aufgehangen und horizontal gestellt gehen, indeß die Zapfen auf ihren Rollscheiben lagen; ihre Bewegung dauerte 13 Minuten.

2. **Versuch.** Ich nahm die Aufhängungsfeder weg, um die Unruhe vertikal und frei gehen zu lassen. In diesem Zustande dauerte ihre Bewegung nur höchstens 4 Minuten: dies ist ein Beweis des großen Vorzugs der horizontalen Lage der Unruhe gegen die vertikale.

3. **Versuch.** Nachdem ich auf der Platte den vollkommen beendigten Mechanismus der Kompensation angebracht, so stellte ich den Schieber der Kompensation ganz nahe an die Welle des Spiralfederhalters, um den Spiralfederhalter den größten Weg durchlaufen zu lassen. So stellte ich wechselsweise diesen so verbundenen Mechanismus einer äußern Kälte von 3 Grad, und sodann einer Wärme von ohngefähr 15 Grad aus, wo denn der Zeiger des Spiralfederhalters eine ungleich größere Zahl von Graden durchlief, als das Thermometer, welches ihm zur Seite stand; solchergestalt ward ich hierdurch versichert, daß die Kompensation zu stark war, und daß dem zufolge das zusammengesezte Blech eine Wirkung erzeugen werde, die für die Korrektion der Wärme und Kälte mehr als hinreichend wäre. Allein ich bemerkte, daß so wie man das Gehäuse neigte, der Zeiger des Spiralfederhalters sich veränderte, eine Wirkung, die durch die Schwere des zusammengesezten Blechs entstand, wodurch es etwas gebogen würde, wenn die Maschine außer ihrer horizontalen Lage gesezt wird. Indessen ließe sich diesem Fehler dadurch begegnen, daß man das Blech seiner Breite nach verlaufen zu machte, wodurch es die unnöthige Materie verlöre: allein ohnerachtet dieser Vorsicht ist doch zu befürchten, daß bei gewissen heftigen Bewegungen das Blech sich biege, in welchem Falle denn ein Rost freilich vorzuziehen wäre.

Nachdem ich diese Versuche angestellt, sezte ich die Hemmung und die übrigen Theile der Uhr zusammen, um sie gehen zu lassen und zu reguliren. Die Unruhe beschreibt Bögen von 160 Grad, und die Hauptfeder zieht bei 4 Zoll vom Mittelpunkte des Schneckens 16 Unzen; der Bogen des Hebens der Hemmung ist 40 Grad; die Unruhe hat 28 Linien im Durchmesser und ist 4 Quentchen schwer.

Die Hemmung dieser Uhr ist diejenige mit freien Vibrazionen, nach den bereits gegebenen Dimensionen. Allein anstatt das Rad auf einen Absaz an der Hemmungsscheibe wirken zu lassen, habe ich wie bei der freien Hemmung der Uhr No. 9 eine Rolle angebracht, wodurch die Anreibung sehr vermindert wird.

Von

## Von dem zusammengesezten Bleche.

Das stählerne Blech ist von einer sehr starken Pendeluhrfeder gemacht, das ich, ohne es anzulassen, vermittelst eines Kalibers zu Führung des Bohrs durchbohrt: die Länge des zusammengesezten Blechs ist 5 Zoll: seine Breite 11 Linien: die Stärke des stählernen Blechs $\frac{15}{48}$, die Stärke des messingenen Blechs $\frac{20}{48}$.

## Von der Welle der Unruhe und von den Zapfen der Rollscheiben.

Um die Anreibung der Zapfen der Unruhe so viel als möglich zu vermindern, habe ich sie so schwach gemacht, als ich versichert seyn konnte, daß sie rund blieben, und noch so viel Festigkeit behielten, daß sie mit der Welle im Verhältniß stünden. Diese Zapfen halten im Durchmesser $\frac{4}{12}$ einer Linie oder $\frac{1}{3}$; sie sind nothwendig schwächer als der übrige Theil der Welle, weil es schlechterdings erforderlich ist, zwei Rollscheiben wegzunehmen, um die Unruhe ein- und auszuheben. Auch habe ich die Zapfen der Rollscheiben sehr schwach gemacht, um so viel als möglich die Anreibung der Welle der Unruhe zu vermindern. Diese Zapfen haben $\frac{6}{48}$ Lin. im Durchmesser: ich habe diesem Zapfen einen so schwachen Durchmesser gegeben, obschon die Rollscheiben auf ihre Wellen genietet waren, ehe die Zapfen angesezt wurden; indessen habe ich sie sehr leicht bearbeitet und vollkommen rund gedreht, indem ich mich dazu einer großen Rolle bedient, auch waren die Wellen der Rollscheiben von dem besten gegossenen Stahle.

Bei einer zweiten Reise, auf welcher mit dieser Uhr No. 11 fernere Versuche geschehen sollten, machte Herr Berthoud verschiedene Abänderungen. *)

1. Verbesserung. Die bewegende Kraft dieser Uhr war eine Feder, die ich wegnahm, und dafür ein Gewicht anbrachte. Sobald als ich eingewilliget, die Uhr No. 11. bei einer vorgeschlagenen Reise mitzugeben, beschloß ich auch einen Haupttheil ihrer Bauart abzuändern, und statt der Feder ihr zur bewegenden Kraft ein Gewicht zu geben. Dies verursachte mir viel Arbeit, und wegen des fernern Aufhängens der Uhr neue Unkosten; allein dies muß in Rücksicht der Vervollkommnung nicht in Betracht gezogen werden, da es eine bleibende Kraft giebt, die man nach Erfordern vermehren oder vermindern kann, und die übrigens alle wünschenswerthe Vortheile gewährt. Die Einrichtung dieser Anbringung des Gewichts ist die nämliche wie bei den Seeuhren No. 8 und 10.

2. Verb. Anstatt der vorigen Unruhe gab ich ihr eine schwerere. Es ist bei einer Maschine dieser Art nicht hinreichend, eine bleibende bewegende

*) Das. S. 511.

wegende Kraft zu haben, um den genauen Gang zu erhalten, sondern es müssen auch, wie ich öfters erwähnet habe, alle Theile der Maschine in der größten Vollkommenheit seyn: nun ist aber der wesentlichste Theil der Regulator, dessen Kraft die größte mögliche seyn muß, nachdem man seine Anreibungen so viel als möglich vermindert hat; auf diese Art können die Veränderungen, welche bei dieser Anreibung sich einfinden, (da sie von der bewegenden Kraft nicht abhängen) den Gang der Uhr nicht abändern; in dieser Absicht brachte ich denn auch bei dieser Uhr eine schwerere Unruhe an, und bearbeitete eine Spiralfeder, die isochronisch war, und die erforderliche Stärke hatte.

3. Verb. Einfall, um die Unruhe während der Versendung zu Lande zu sichern. Ich habe bereits eines Einfalls erwähnet, den ich bei der Uhr No. 8 angebracht, um die Feder der Aufhängung der Unruhe und die Zapfen der Rollscheiben vor allem Zufall während ihrer Versendung zu Lande zu sichern: dieser Einfall hat mir viele Vortheile geleistet, daher bediente ich mich denn desselben bei allen Maschinen dieser Art.

PP Taf. VIII. Fig. 12. stellt die Unruhe der Uhr No. 11 vor; r r die Welle der Unruhe, und k die Feder der Aufhängung der Unruhe. NN, QQ, RR sind die Platten des Gehäuses des Regulators. Z h, 12, 13 ist der Einfall, dessen Mittelpunkt der Bewegung bei Z Fig. 2 Taf. IX. ist; die Welle dieses Einfalls hat die nämliche Lage wie im Profil Fig. 2. Taf. X.; allein der Arm 12, 13 ist von demjenigen verschieden, den wir bereits oben angegeben haben. Bei dieser neuen Einrichtung endigt sich das Ende 13 in eine Gabel, welche gegen den Mittelpunkt der Unruhe geht: dieses Ende hat eine geneigte Fläche, um das Kreuz d e zu heben, und ist gespalten, damit es auf die Welle der Unruhe nicht stoße: dieses Kreuz d e hat drei Schrauben mit Ansäzzen 1, 2, 3, deren Köpfe platt sind, auf den Umkreis der Unruhe in gleich entfernten Stellen von einander wirken, und sie zu gleicher Zeit unterstüzzen, damit sie nicht ferner vermöge der Feder der Aufhängung gehalten werde; diese Wirkung geschieht so, daß die Schrauben des Kreuzes gleich wirksam sind, damit keine Rollscheibe mehr beschwert werde, welches nothwendig der Fall wäre, wenn z. B. eine Schraube sie unterstüzte. Um die Wirkung des Einfalls zu reguliren, damit die Unruhe nicht zu stark gehoben werde, stüzt sich das Ende i der Welle auf den Steg m, welcher unter die Platte N N fällt, auf diese Art kann die Unruhe nicht höher steigen; und macht den Druk der geneigten Fläche auf die untere Fläche des Kreuzes d, e etwas stärker, so halten die Schrauben 1, 2, 3 dieses Kreuzes die Unruhe sicher, daß kein Stoß des Wagens sie in Bewegung sezzen kann; dieß ist nothwendig, denn wenn man die Unruhe über dem Heben der Hemmung vor der Versendung der Uhr anhält; so sieht man, daß sobald sie angelanget ist, man blos den Einfall loslassen darf, um zu gleicher Zeit die Unruhe zurükfallen zu lassen, welche sogleich ihre Bewegung wieder nimmt, ohne daß weiter etwas erforderlich ist, die Uhr in Gang zu sezzen.

Fig.

Fig. 8. Taf. VI. stellt perspektivisch die verschiedenen Theile dieses Einfalls vor. RR ist die kleine Platte der untern Rollscheiben der Unruhe, und unterhalb dieser Platte wird das Kreuz d e vermöge der drei Schrauben 1, 2, 3 befestiget: die Welle dieser Schrauben geht frei in die Löcher an der Platte, damit das Kreuz leicht vermöge der geneigten Fläche am Ende 13 des Einfalls heben und herablassen könne; die Schwere des Kreuzes allein wäre hinreichend, um es herabfallen zu lassen, wenn die geneigte Fläche weggenommen wird; allein um die Wirkung sicherer zu erhalten, habe ich die Feder a b angebracht, die über der Platte liegt, welche Feder einen Absaz trägt, die auf das Kreuz drükt. Der Körper Z h des Einfalls liegt im Gehäuse des Räderwerks vermöge seiner Zapfen h i: und der verlängerte Zapfen h l endigt sich in einem vierekkigen Ansaz für den Puzzen 12 des Einfalls; auf diesen Puzzen ist der Arm 12, 13 genietet, dessen Ende 13 die Gestalt einer geneigten Fläche hat, und gabelförmig ist.

Auf den Puzzen Z, welcher gedrange an das obere Ende der Welle des Einfalls getrieben wird, wird der Arm g i genietet; dieser Arm liegt flach unter der Pfeilerplatte, wo eine Oefnung für den Durchgang der Schraube g ist, welche den Weg des Einfalls regulirt; vermittelst dieser Schraube hält man den Einfall an, daß er feste steht, es sei nun bei der Versendung, wenn die Unruhe unterstüzt wird, oder zur See, wenn die Gabel weggenommen wird, und das Kreuz herabfällt.

## Von dem Schlüssel zum Aufziehen der Uhr.

Ich habe bei der Uhr No. 7 eines Schlüssels erwähnet, um die Uhr nicht verkehrt aufzuziehen: man sieht ihn Taf. VIII. Fig. 11. wo er bei A B C perspektivisch, und bei D im Grundrisse verzeichnet ist. A ist der Theil, welcher zum Aufziehen dient, und auf eine Röhre genietet ist; an das andre Ende eben dieser Röhre ist das Sperr-Rad C genietet, welches mit dem Sperrkegel d die Sperrung, die von der Feder d angedrükt wird: der Sperrkegel und die Feder liegen auf einer Platte E, die auf den Körper des Schlüssels B F genietet wird: das Ende B hat eine vierekkige Oefnung, die an den vierekkigen Ansaz der Welle des Zilinderrades geht, und das Ende F dient zur Welle für die Röhre des Sperr-Rades C.

## Versuch mit dieser Uhr vor ihrer Abreise zu Prüfung des zusammengesezten Blechs, als Korrektion der Wärme und Kälte bei einer Seeuhr.

Die kurze Zeit, die ich zu Abänderung dieser Maschine hatte, erlaubte mir nicht, einen ordentlichen Mechanismus der Kompensation anstatt des zusammengesezten Blechs anzuwenden, womit ich blos aus ökonomischen Absichten einen Versuch machen wollte;

eben dies ist auch der Fall in Rücksicht der Hemmung mit freien Vibrazionen, wo ich eben aus Mangel der Zeit nicht diejenige wie bei der Uhr No. 8. anbringen konnte, die ich in jeder Rücksicht für die vorzüglichste halte.

Als die Uhr No. 11. beendiget war, und alle Theile ihre gehörige Vollkommenheit erlangt hatten, so suchte ich nunmehr den Punkt der Kompensation der Wärme und Kälte zu finden, allein ich habe viele Zeit unnüz zugebracht, um diese Versuche zu wiederholen. Nie habe ich einen Punkt finden können, der die Kompensation genau für die verschiedenen Grade der Temperatur gewesen wäre, welches daher kommt, daß die Biegungen oder Krümmungen des Blechs nicht in Uebereinstimmung mit den Ausdehnungen und Zusammenziehungen der Unruhe stehen, oder vielmehr mit den Veränderungen, welche bei der Elasticität der Spiralfeder unter verschiedenen Temperaturen vorkommen; so wie ich denn gleichfalls nie gefunden, daß bei einerlei Graden von Wärme und Kälte der Mechanismus wieder auf den nämlichen Punkt gekommen, wie ich schon ehedem deswegen Zweifel gehegt hatte. Unglücklicherweise habe ich nicht vollkommen gefunden, in wie weit dieses Mittel der Kompensation unvollkommen ist, so daß, wenn ich Zeit genug gehabt hätte, dafür einen zusammengesezten Rost anzuwenden, wie bei meinen andern Uhren geschehen, ich das Blech ganz weggenommen hätte. *)

## Von dem Vorzuge einer ruhenden Hemmung mit Lappen von Rubin gegen die Hemmung mit freien Vibrazionen, aus darüber angestellten Versuchen.

Ich habe bereits an mehrern Orten erwähnet, wie wesentlich nothwendig es ist, daß der Regulator einer Seeuhr die größte mögliche Kraft und die wenigste Anreibung habe: nun muß man dieserwegen wie bei den Uhren No. 8 und 9 eine große schwere Unruhe anwenden, welche Sekunden-Vibrazionen mache, und Rollscheiben von einem großen Durchmesser; indessen legt die Hemmung mit freien Vibrazionen, wie ich sie an der Uhr No. 9 angebracht, und so viele Vorzüge sie auch dem ersten Anschein nach hat, viele Schwierigkeiten in Weg. **) Die erste ist, daß mit Sekundenvibrazionen, welche doch zu Verminderung der Anreibung so viele Vorzüge haben, der Sekundenzeiger erst in zwei Sekunden einmal fortspringt. Wenn man drei Unruhen von gleicher Stärke der Bewegung und zwischen Rollscheiben von gleichen Durchmessern liegen hat; diejenige A mache vier Vibrazionen in einer Sekunde, B zwei Vibrazionen, und C eine Vibrazion, so wird, wie

*) Indessen hat doch in der Folge Herr Berthoud Uhren mit diesem Kompensationsbleche gebaut, die ihm besser gerathen.

**) Diesen Schwierigkeiten ist er in der Folge beigekommen, so daß er alle seine fernern Uhren mit dieser Hemmung gebaut hat.

wie wir bereits bewiesen haben, die Anreibung und der Widerstand des Oels wie die Anzahl der Vibrazionen seyn, wenn man einerlei Zapfen annimmt: A wird also viermal mehr Anreibung als B, und B zweimal mehr Anreibung als C haben. Nun ist es sehr schwer, wie ich bei der Uhr No. 9 erfahren, genaue Beobachtungen zu machen; denn es bleibt immer eine Ungewißheit, und man kann sich um eine Sekunde in der Vergleichung irren, wofern man nicht wenigstens im Beobachten sehr geübt ist. 2) Gewährt diese Hemmung nicht die so wesentliche Sicherheit; die Schnelligkeit ihrer Wirkungen erschüttert die Einbildung, und man muß immer fürchten, daß der Lappen oder der Einfall nicht mit der erforderlichen Genauigkeit wirke. Diese Geschwindigkeit ließe sich indessen vermindern, wenn man die Hemmungsscheibe kleiner machte; allein in diesem Falle würde der Fall des Rades, ob er schon bei einer großen Scheibe der nämliche ist, einen größern Theil der Kraft der Bewegung rauben. 3) Obschon diese Hemmung leicht zu bearbeiten ist, so besteht sie doch aus zu vielen Theilen. 4) Macht diese Hemmung ein Rad mehr nöthig, welches viel Geschwindigkeit hat, welches denn die Anreibung und den Widerstand vom Oele vermehrt. So glaube ich denn, daß die ruhende Hemmung mit Lappen von Rubin, deren ich mich bei meinen Uhren No. 6, 7, 8 und 9 bedient, dieser weit vorzuziehen ist. Der einzige Fehler an dieser Hemmung ist, daß sie Oel bedarf, und vielleicht dürfte es vortheilhafter seyn, wenn man dieser Hemmung kein Oel gäbe, denn ich habe bei der Uhr No. 8 immer gefunden, daß wenn die Hemmung kein Oel hatte, die Unruhe größere Bögen beschrieb, als mit Oel; indessen wenn man ein gutes Oel wählt, so kann von daher keine Veränderung auf die Uhr geschehen, wie ich auch auf der Reise auf der Flora gesehen. Endlich füge ich noch hier in Rücksicht der ruhenden Hemmung mit Lappen von Rubin bei, daß ich glaube, sie dürfte vielleicht auf eine sehr einfache Art an einer Seeuhr angebracht werden; denn auf diejenige Art, wie ich sie vormals an meinen Seeuhren angebracht, wirkt sie nicht unmittelbar auf die Unruhe, sondern vermittelst eines Rades, welches in ein Trieb an der Welle der Unruhe greift, wodurch die Arbeit sehr vervielfacht wird, und daß unabhängig davon, schon eine Anreibung eines Eingriffs und zweier Zapfen erfolgt: man könnte daher die Hemmung unmittelbar auf die Unruhe wirken lassen; nur wäre zugleich die Schwierigkeit zu überwinden, sie große Bögen beschreiben zu lassen, welches bei meinen Seeuhren eine wesentliche Bedingung ist. Indessen behält man die Einrichtung bei, die diese Hemmung bei allen meinen Uhren hat, d. i. daß sie auf die Unruhe vermöge eines Zwischeneingriffs wirkt, so glaube ich doch immer, daß sie vor derjenigen noch Vorzüge hat, womit ich bei den Uhren No. 9 und 11 einen Versuch gemacht, so viel versprechend auch diese freie Hemmung ist. Verschiedene andre Versuche, die ich in dem Journale, das ich über meine Uhren halte, niedergeschrieben, bestätigen mich in dieser Meinung. So finde ich zu verschiedenen Malen, daß wenn ich die Uhr No. 8 habe gehen lassen, ohne der Hemmung Oel zu geben, die Bögen der Vibrazion größer gewesen, als wenn ich ihr Oel gegeben; so habe ich diese Uhr vom 9. Januar 1771 bis zu Anfange

des März gehen lassen, ohne der Hemmung Oel zu geben, und doch waren die Vibrazionen so frei als zu Anfange: das Oel, was ich bei dieser Hemmung als erforderlich hielt, ist als nichts anzusehen, nur aber macht die Bearbeitung die größte Schwierigkeit.

Daß die Uhren No. 6 und 7, welche die nämliche Hemmung haben, doch ohne Oel bei den daselbst erwähnten Versuchen nicht gegangen ist, weil bei diesen Uhren die Unruhe vier Vibrazionen in einer Sekunde macht, und folglich der von der Hemmung durchlaufene Raum größer ist, als bei der Uhr No. 8, übrigens haben auch die kleinern und leichtern Unruhen weniger Stärke der Bewegung, und giebt zugleich den Beweis der größern Vollkommenheit der Uhr No. 8.

## VIII.

## Die Seetaschenuhr von Herrn Berthoud. *)

Da die Seeuhren während ihrer Versendung bis in den Hafen zu dem Schiffe nicht im Gange erhalten werden können, oder wenn man sie zu Lande bringt, so ist es zur Bequemlichkeit des Gebrauchs solcher Maschinen erforderlich, dieser Schwierigkeit vermittelst einer Taschenuhr beizukommen, welche einen hinreichend genauen Gang habe, um die Zeit vom Lande bis zum Schiffe überzutragen, die aber eine solche Einrichtung haben müssen, daß die Kosten nicht zu sehr anwachsen. Unter verschiedenen ähnlichen Uhren, die ich in dieser Rücksicht gebauet habe, will ich hier eine ganz einfache beschreiben.

Diese Uhr muß immer merklich horizontal seyn; sie ist mit Sekunden, und macht vier Vibrazionen in einer Sekunde, die Zapfen der Unruhe laufen in gewöhnlichen Zapfenlöchern: die Hemmung ist ruhend mit einem Hakenrade. Die bewegende Kraft ist eine Feder, die wie bei gewöhnlichen Pendeluhren mit der Feder und ohne Schnecken ist. Die Kompensation ist sehr einfach, so wie sie für eine solche Uhr hinreichend ist, wo die Zapfen der Unruhe viel Anreibung haben, und der Widerstand des Oels zugleich eine Art von Kompensation macht; dieses Mittel ist ein messingenes Blech, welches einen Bogen macht, dessen Enden in Einschnitten einer stählernen Regel liegen. Je nachdem es warm oder kalt wird, wird dieser Bogen mehr oder weniger gekrümmt, welcher Einrichtung sich auch schon Herr Bouguer zu seinen Versuchen in Rücksicht der Ausdehnungen und Verkürzungen verschiedener Metalle bedient hat **). Legt man nun diesen Bogen so, daß die Spiralfeder, so wie sie vibrirt, oberhalb diesem Bogen anschlägt, so wird man solchergestalt zur Kompensation gelangen.

Be-

*) Das. S. 363.
**) Mem. de l'Acad. 1745. S. 230.

## Beschreibung dieser Taschenuhr.

Taf. VI. Fig. 2. stellt das Gehäuse dieser Uhr vor nebst der Aufhängung zum Tragen. A B ist das Gehäuse, dessen Boden mit Blei beschwert ist, damit es horizontal bleibt. C, D, E sind die Zifferblätter der Uhr, C ist für die Minuten, D für die Stunden, welche auf gleiche Art durch die Zifferblattscheibe zum Vorschein kommen, wie an den Seeuhren No. 7, 8 u. f. E ist für die Sekunden konzentrisch mit der falschen Platte: diese Platte D, E, C ist mit vier Schrauben an den Ring F, G am Gehäuse befestiget, und ist ganz wie derjenige an den Seeuhren. Ein Glas bedeckt alles, worin bei H ein Loch zum Aufziehen ist.

Der Theil I, K der Aufhängung des Gehäuses hat zwei Schrauben wie I, deren Enden Zapfen haben, welche in das Gehäuse zu liegen kommen; sie sind genau einander gegen über, wodurch das Gehäuse den vertikalen Stand erhält. Der Ring L hat gleichfalls zwei Schrauben wie M die sich in Zapfen verlieren, und oberhalb dem Bogen M inne liegen: diese Zapfen liegen unter rechten Winkeln mit denjenigen des Theils I K, wodurch das Aufhängen sehr vollkommen wird, und das Gehäuse horizontal zu liegen kommt. Der Ring L dient zugleich zum Handgriff.

Fig. 3. ist der Grundriß dieser Uhr; A B ist die Zifferblattscheibe, worauf der Grundriß äußerlich verzeichnet wird; C ist das Rad des Federhauses, D das Stundenzifferblatt. Das Rad des Federhauses C greift in das Trieb a des Minutenrades. Der verlängerte Zapfen dieses Triebs trägt den Minutenzeiger; E ist ein Theil des Minutenzifferblatts, worauf dieser Zeiger die Minuten bemerkt; F ist das Minutenrad, welches in das Trieb b des kleinen mittlern Rades G greift; dieses greift in das Trieb c des Sekundenrades im Mittelpunkte der Platte; der verlängerte Zapfen dieses Triebs trägt den Sekundenzeiger, welcher auf dem konzentrischen Zifferblatte H die Sekunden bemerkt. Das Sekundenrad I greift in das Trieb d des Hemmungsrades; dieses Hemmungsrad K hat 20 Stifte an einerlei Seite des Rades, welche mit dem Haken L die Hemmung machen, der aus Theilen eines Zilinders besteht, und dessen Enden sich in eine geneigte Fläche e und f verlaufen, und das Heben der Hemmung machen (die Einrichtung dieses Heben ist Fig. 4. verzeichnet, L ist der Haken, e, f die geneigten Flächen): M ist die Unruhe, welche in einer Sekunde vier Vibrazionen macht: 1, 2, 3, 4 sind Pfeiler: die Zahlen der Zähne der Räder und Triebe dieser Uhr sind auf dem Kaliber verzeichnet: wegen mehrerer Vollkommenheit habe ich 12städige Triebe angewandt.

Fig. 5. ist das Profil dieser Uhr; A B ist die Zifferblattscheibe, B, C die kleine Platte; 1, 2 die Pfeiler; D das Rad des Federhauses, E das Federhaus, F das Stundenzifferblatt, a das Minutentrieb, b dessen Zapfen, welcher den Minutenzeiger

trägt,

trägt, G das Minutenrad, b das Trieb des kleinen mittlern Rades, in welches das Minutenrad greift, H das kleine mittlere Rad, welches in das Trieb c des Sekundenrades greift: d der verlängerte Zapfen des Triebs c, welcher den Sekundenzeiger trägt. Das Sekundenrad I greift in das Trieb e des Hemmungsrades, K ist das Hemmungsrad, L der Haken an dem Bügel fg, dessen Welle die Unruhe trägt, N ist die Spiralfeder, O der Kloben, TQ das messingene gebogene Blech, was von der stählernen Kegel an der Platte BC die Spannung erhält, R der Steg der Unruhe, und h das stählerne Plättchen, worauf das Ende des Zapfens der Unruhe ruht.

## Bau der Hemmung der Seetaschenuhr.

Der Mittelpunkt des Hakens der Hemmung muß durch die Mitte der Stärke der Stifte des Hemmungsrades gehen, damit die Wirkung des Hebens weniger zersezt werde; es muß daher dieser Haken aus zwei Theilen bestehen, er erhält also eine Biegung, damit das Hemmungsrad frei durchgehen kann. AB Fig. 6. ist der Theil, welcher den Zilinder L bildet, wie man ihn Fig. 4. sieht, und f, g Fig. 4. ist die Biegung, wovon der Theil f sich unter dem Haken L verbindet; der Theil g der Biegung macht das obere Ende der Welle der Unruhe, wo oberhalb der Zapfen ist, welcher in der Zifferblattscheibe lauft, wie man Fig. 5. sieht.

Das Hemmungsrad hat 20 Stifte, welche vermöge eines dazu eingerichteten Instruments gebohrt werden.

Ist das Hemmungsrad gemacht, so bearbeitet man darnach das Heben der Hemmung aus einem Stük Stahl von der Größe, daß nach dem Abdrehen, der äußere Durchmesser AB Fig. 6. genau zwischen vier Stifte des Rades gehe; man höhlt sodann diesen Zilinder aus, so daß in den innern Rand a, b genau drei Stifte des Hemmungsrades gehen; auf diesen Zilinder macht man die Biegung und schraubt sie auf, haut diesen Zilinder so ab, daß blos das Plättchen c, d Fig. 4. und der Haken L, e, f übrig bleibt: an den Enden des Hakens macht man die geneigten Flächen, und sezt sie zurük, bis daß die Hemmung das erforderliche Heben macht, d. i. 20 oder 30 Grad, welches man sieht, wenn man das Rad und den Zilinder auf den Eingriffszirkel bringt.

Ich habe hier diese Hemmung als die leichteste zum Bearbeiten vorgeschlagen, indessen ist freilich diejenige mit freien Vibrazionen immer vorzüglicher und verschaft eine größere Genauigkeit.

Kom=

## Kompensation der tragbaren Seeuhr.

AB Fig. 7. ist die äußere Fläche der kleinen Platte, C ist das Sperr-Rad des Federhauses, D der Sperrkegel, und E die Feder, F ist die Unruhe oder der Regulator der Uhr, G der Steg der Unruhe, a das stählerne Plättchen, I die Spiralfeder, und H der Spiralfederkloben, welcher, wie bei gewöhnlichen Taschenuhren, in ein Loch auf der Platte gedrenge eingesteckt worden; der Zeiger oder das Stellrad b, c, e dreht sich gedrange auf der Platte; dieser Zeiger hat bei d einen einzigen Stift, wogegen der Punkt d der Spiralfeder schlägt, wenn die Unruhe sich von K nach F wendet, und wenn die Unruhe von F gegen K geht, so schlägt der äußere Punkt d der Spiralfeder gegen den Absaz e oberhalb dem Bogen oder messingenen Bleche L, e, M. Die Enden L, M dieses Blechs werden in den Einschnitten F, G an der stählernen Regel N, O gehalten: diese Regel ist bei h durch eine Schraube auf einen Steg befestiget, der von der Platte getragen wird; die Enden f, g dieser Regel können also sich frei ausdehnen und zusammenziehen; allein da das messingene Blech sich mehr ausdehnt als die stählerne Regel, so folgt, daß der Bogen e sich dem Stifte d nähern oder davon entfernen müsse, je nachdem es warm oder kalt wird, so daß die Spiralfeder mehr oder weniger Spielraum zwischen dem Absazze e und dem Stifte d erhält. Nun erzeugt diese Wirkung nothwendig die Kompensation; es ist eben, als ob man die Spiralfeder verlängerte oder verkürzte, denn wenn der Absaz e und der Stift d nahe an einander stünden, und die Spiralfeder keinen Spielraum hätte, so würde ihre Länge von den Punkten d, e gerechnet werden; trennt man hingegen diese Stifte weit von einander, so wird die Länge der Spiralfeder von dem Spiralfederkloben genommen werden müssen; und nimmt man die Stifte e, d so entfernt von einander an, daß die Hälfte der Vibrazion geschieht, ohne daß die Spiralfeder diese Stifte berührt, und die andre Hälfte derselben daran stößt, so wird die erste Hälfte der Vibrazion langsamer geschehen, weil die Länge der Spiralfeder vom Spiralfederkloben genommen wird, und die andre Hälfte der nämlichen Vibrazion wird kürzer seyn, weil die Länge der Spiralfeder von den Stiften genommen wird.

Auf ähnliche Art ist die Wirkung zu erklären, deren wir bereits gedacht haben; wir haben gesehen, daß je nachdem man die Stifte eines Spiralfederhalters oder eines Stellrades nähert oder entfernt, dies die Uhr merklich zurükhält oder beschleuniget; ob nun daher schon dieser Bogen LM, welcher bei dieser Uhr sehr kurz ist, sich nur wenig verändern kann, so wird doch diese geringe Bewegung hinreichend seyn, die Kompensation zu bewirken, die schon zum Theil durch den Widerstand des Oels der Zapfen geschieht: in jedem Falle würde es leicht seyn, diesen Weg der Höhe des Bogens durch einen Hebel zu vervielfachen. Allein da diese Uhr nur für sehr kurze Zwischenräume dienen soll, so ist

es weiter nicht erforderlich, eine allzugroße Genauigkeit zu suchen, dergleichen nur die Seeuhr No. 3 geben kann.

Um die Uhr merklich zu reguliren, muß man die Spiralfeder durch den Spiralfederkloben verlängern oder verkürzen, allein um sie genau zu reguliren, bedient man sich des Zeigers b, den man vor- oder zurükgehen läßt, damit der Stift d dem Absazze e gegen über stehe; dieser Zeiger bemerkt den Weg, den man ihn hat auf dem kleinen Bogen BB, der auf der Platte graduirt ist, machen lassen.

Bey dem Verleger dieses Werkes, so wie in allen Buchhandlungen sind nachstehende Bücher um die beygesezten Preise zu haben.

---

Adams, Georg, geometrische und graphische Versuche oder Beschreibung der mathematischen Instrumente, deren man sich in der Geometrie, der Civil- und Militär-Vermessung, beym Nivelliren und in der Perspective bedient; aus dem Engl. von J. G. Geißler, mit 39 Kupfertafeln, nebst Anhang von Gale, gr. 8. 95. 4 thl. 12 gr.

Basedow's, Joh. Bernh., Grundsätze der reinen Mathematik, mit Kupfern, 2 Bände, gr. 8. 774. 1 thl. 12 gr.

Bussens, Friedr. Gottl., gemeinverständliches Rechenbuch für Schulen 1r u. 2r Theil, 8. 2te Auflage, 794. 16 gr.

— Anleitung zum Gebrauche desselben, 2 Theile, 2te Auflage, 794. 8 gr.

— Uebungsaufgaben aus seinem Rechenbuche besonders abgedruckt, 2 Stücke, 8. 794. 4 gr.

— kleine Beyträge zur Mathematik und Physik und deren Lehrmethode, 1r Th. gr. 8. 786. 16 gr.

— erste Geometrie für Kinder, mit Kupfern, 8. 2te Auflage, 789. 8 gr.

— Anhang hierzu, oder die nöthigsten Kenntnisse zur Körpermessung nebst Visirkunst, mit 1 Kupfer, 8. 790. 3 gr.

— Beruhigung über die neuen Wetterleiter, eine Schrift fürs große Publikum, 8. 791. 4 gr.

Funkens, Chr. Benedikt, Anfangsgründe der Mathematik, zum Gebrauch in Schulen, 1r Theil, welcher die Arithmetik, Geometrie und Trigonometrie nebst Logarithmischen, auch Sinus- und Tangententafeln enthält, mit Kupf. 8. 773. 18 gr.

— Anweisung zur Kenntniß der Gestirne, auf zwey Planiglobien und zwey Sternkegeln, nach Bayern und Vaugondy, mit 8 Kupfern, 8. 777. 2 thl.

— Anweisung zum Gebrauch der Erdkegel und Erdplanisphären, oder eine Vorstellung der Erdoberfläche auf der äußern Fläche der vorher herausgegebenen Sternkegel, ingleichen auf zwo Kreisflächen, mit 6 Kupf. gr. 8. 781. 3 thl. 12 gr.

Geißler, J. G., der Drechsler oder praktischer Lehrbegriff der gemeinen und höhern Drehkunst, 2 Theile, mit Kupfern, gr. 4. 1795. 96. 4 thl. 8 gr.

Hindenburgs, Carl. Friedr., Beschreibung einer ganz neuen Art, nach einem bekannten Gesetze fortgehende Zahlen, durch Abzählen oder Abmessen bequem und sicher zu finden; nebst 5 Beylagen und einer Kupfertafel, gr. 8. 776. 18 gr.

Hindenburgii, C. F., novi Systematis permutationum, combinationum ac variationum primae lineae et logisticae serierum formulis analyticocombinatoriis per tabulas exhibendae conspectus et specimina, 4. 781. 12 gr.

Lempe, Joh. Friedr. Lehrbegriff der Maschinenlehre, mit Rücksicht auf den Bergbau, 1sten Bandes 1ste Abtheilung, oder der technischen Maschinenlehre 1r Band, mit vielen Kupfern, gr. 4. 4 thl.

Martin, B., Philosophia britannica, oder neuer und faßlicher Lehrbegriff der Newtonischen Weltweisheit, Astronomie und Geographie in 12 Vorlesungen mit Noten, die physische, mechanische, geome-

geometrische und durch Versuche bestätigte Beweise und Erläuterung der gesammten Naturkunde enthalten. Wie auch eine genaue Nachricht und Erklärung der Erfindung, Bauart, Verbesserung und Gebrauchs aller nützlichen Werkzeuge und Maschinen, nebst einer neuen Berechnung ihrer Kräfte und Wirkungen; alles aus den vornehmsten Schriftstellern und öffentlichen Nachrichten, welche bisher herausgekommen sind, sorgfältig zusammengetragen, und in eine genaue Ordnung gebracht, mit 81 Kupfertafeln, nach der lezten Ausgabe a. d. Engl. übersezt mit einer Vorrede und einigen Erinnerungen von A. G. Kästner, 3 Bände, gr. 8. 778. 5 thl.

Martini, G. H., Abhandlung von den Sonnenuhren der Alten, durch Denkmale des Alterthums erläutert, mit Kupfern, gr. 8. 777. 14 gr.

Müllers, Fr. Chr., Tafeln der Sonnenhöhen für ganz Deutschland und dessen westlich und östlich benachbarte Länder, nebst einem in Kupfer gestochenen Sextanten, gr. 8. 791. 3 thl.

— Ebendieselben für den 47 — 52ten Grad, jeder Grad apart. 12 gr.

— gemeinnützige astronomische Tafeln, (hauptsächlich zur richtigen Stellung der Uhren) für alle Oerter Deutschlands und der benachbarten Länder, deren Polhöhe zwischen 51 und 52 Grad fällt. Nebst einem in Kupfer gestochenen Sextanten, und einer Anweisung ein solches Werkzeug zu verfertigen und damit zu beobachten, gr. 8. 792. 20 gr.

— Ebendieselben für die Oerter die zwischen dem 52sten und 53sten Grad liegen, gr. 8. 792. 20 gr.

Nollets, Hrn. Abt, Kunst physikalische Versuche anzustellen; oder Anweisung für die Liebhaber der Naturlehre, in Ansehung der Wahl, der Verfertigung und des Gebrauchs ihrer Instrumente, ingleichen der Zubereitung und des Gebrauchs der zu physikalischen Versuchen dienlichen Materialien, mit Kupfern, 3 Bände, 8. 771. 3 thl.

Richters, Carl Rud., Anleitung zum Rechnen, nebst einer Vorrede des Hrn. Prof. Trapp, 2 Theile, 8. 781 bis 782. 18 gr.

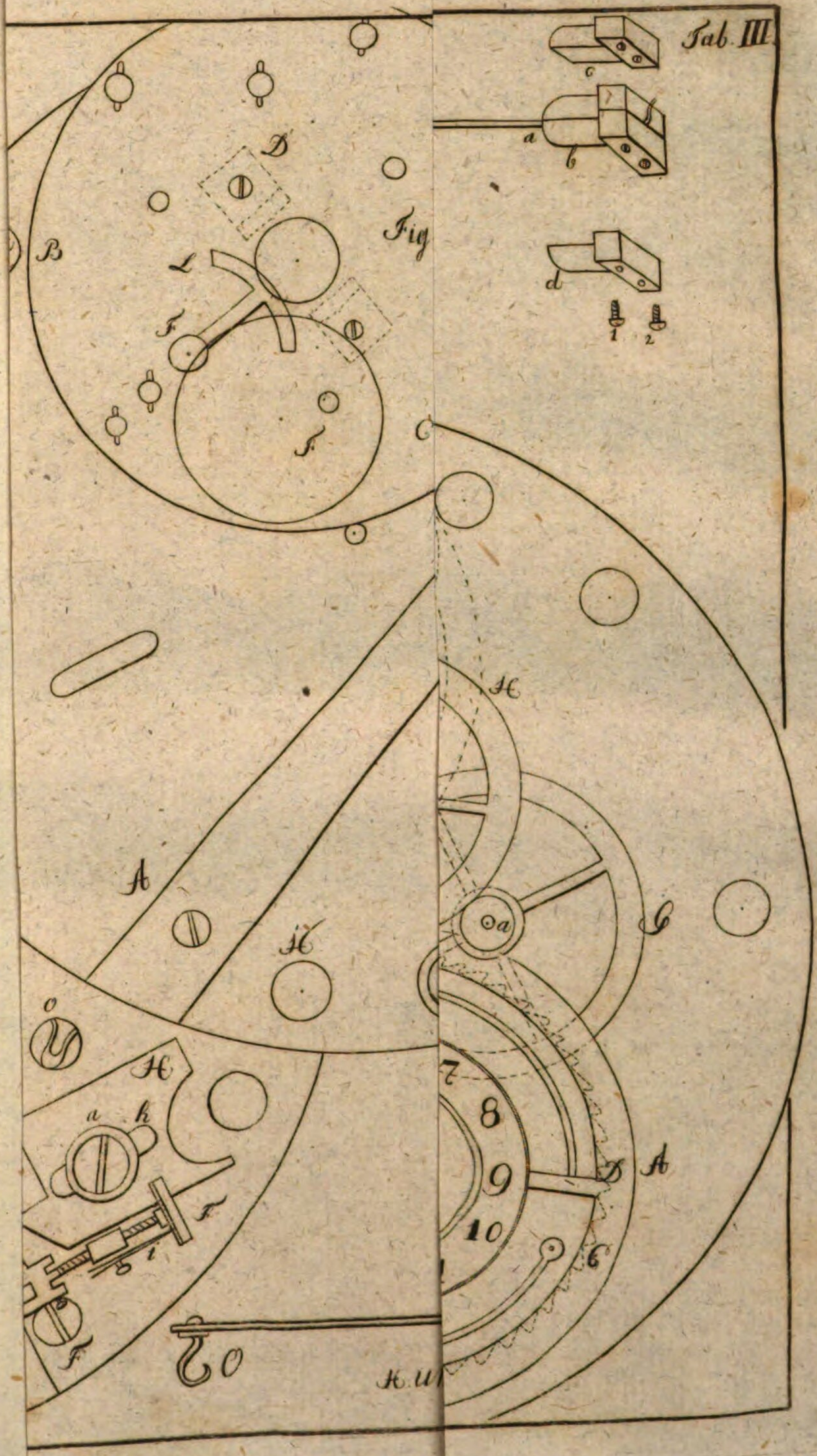
Riedels, Joh. Gottl., die Verbindung der Sonne, Erde und des Mondes in einem Modelle vorgestellt, mit Kupfern, gr. 8. 785. 8 gr.

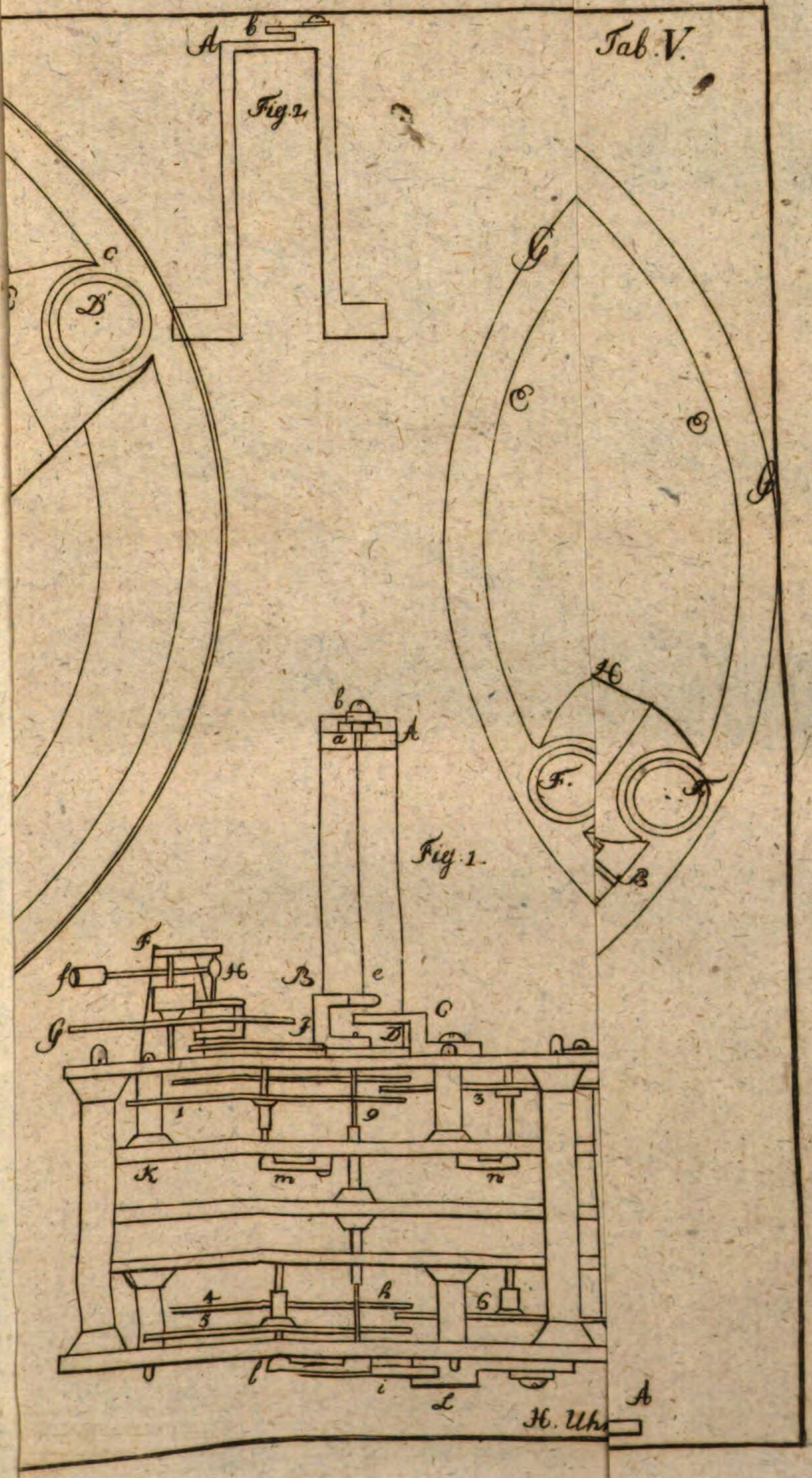
Rügers, S. G., Zeichenmeister, oder Lehrbuch der Zeichenkunst für die Jugend und alle Stände, 1ster Band, mit 15 Kupfern, gr. 8. 794. 1 thl. 4 gr.

Schönbergs, C. Fr. von, Abhandlung von den Tangenten, Quadraturen und Rektificationen der Kegelschnitte, nebst einigen andern diese Linien betreffenden Aufgaben, mit K. gr. 8. 773. 16 gr.

Töpfers, H. A., combinatorische Analytik und Theorie der Dimensionszeichen, in Parallele gestellt, gr. 8. 793. 1 thl.

Weidleri, Ioh. Fr., institutiones matheseos in vsum praelectionum academicarum edidit select. obseruationibus et vitam beati auctoris adjecit I. Ebert c. fig. 8 maj. 784. 1 thl. 20 gr.


Tab. III
Fig
D
B
L
F
a
b
c
d
1
2
A
H
G
O
a
h
i
7
8
9
10
6
H. U.


Tab. V.
Fig. 2.
Fig. 1.
H. Uhl

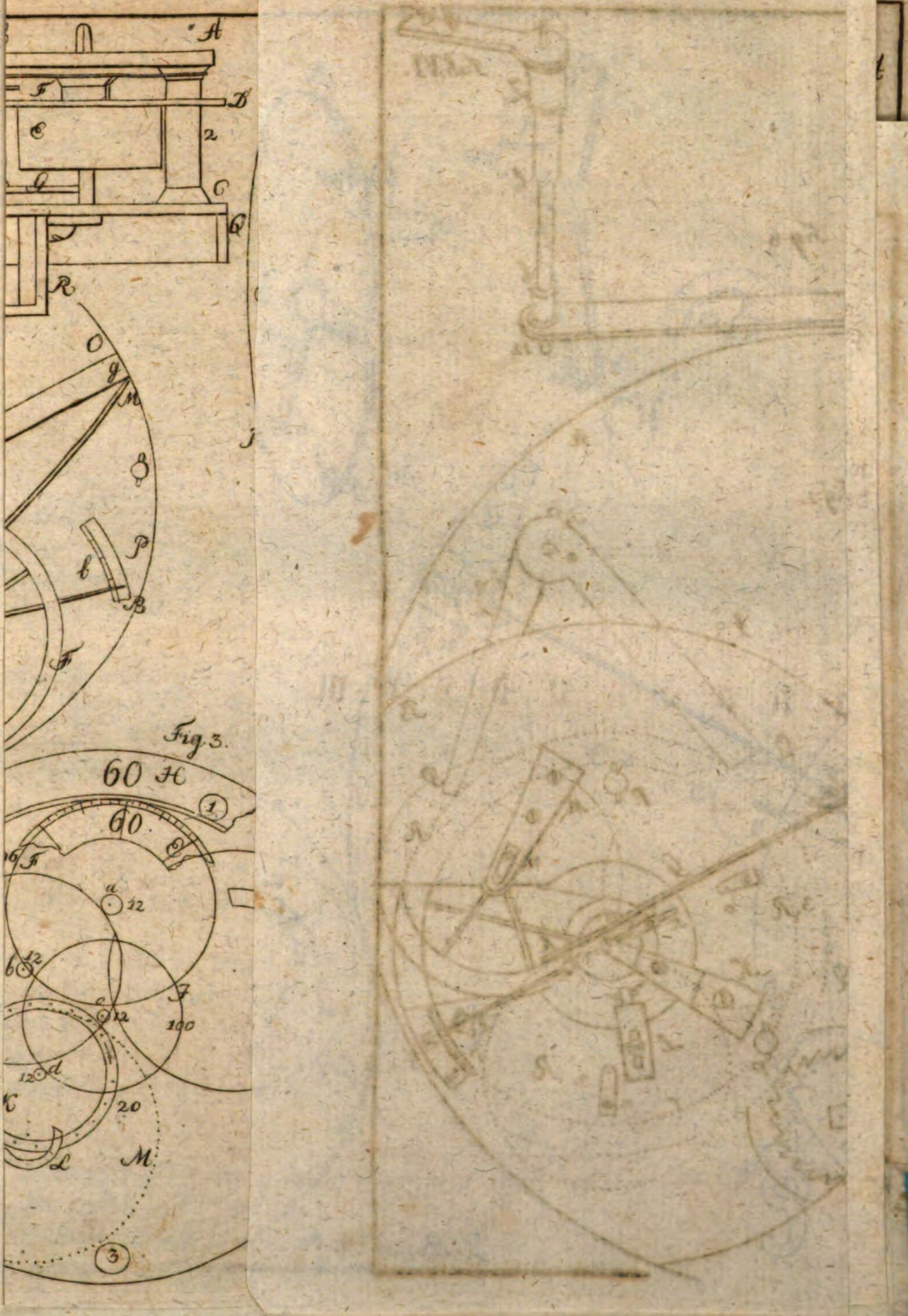


Fig. 3.
60 H
60

Tab. VII.

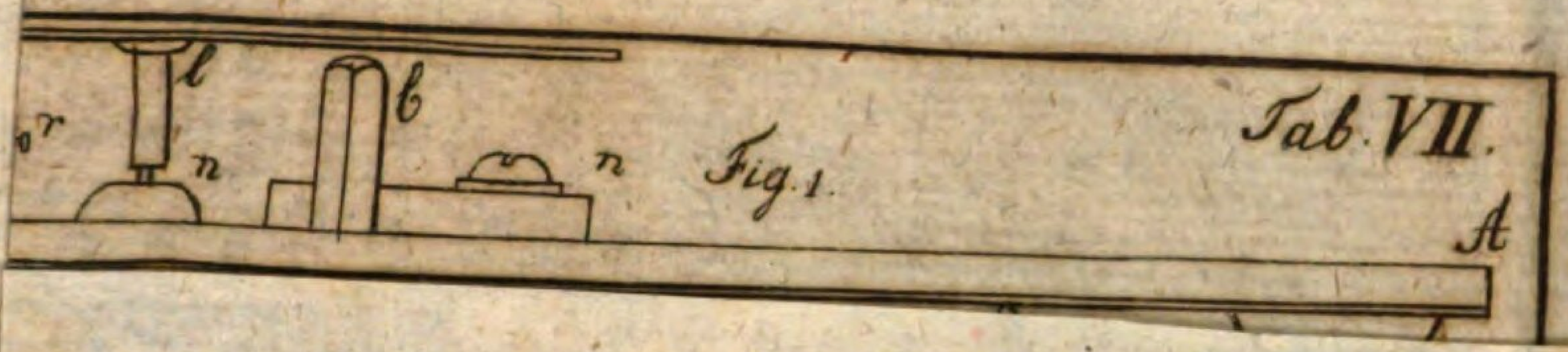



Fig. 1

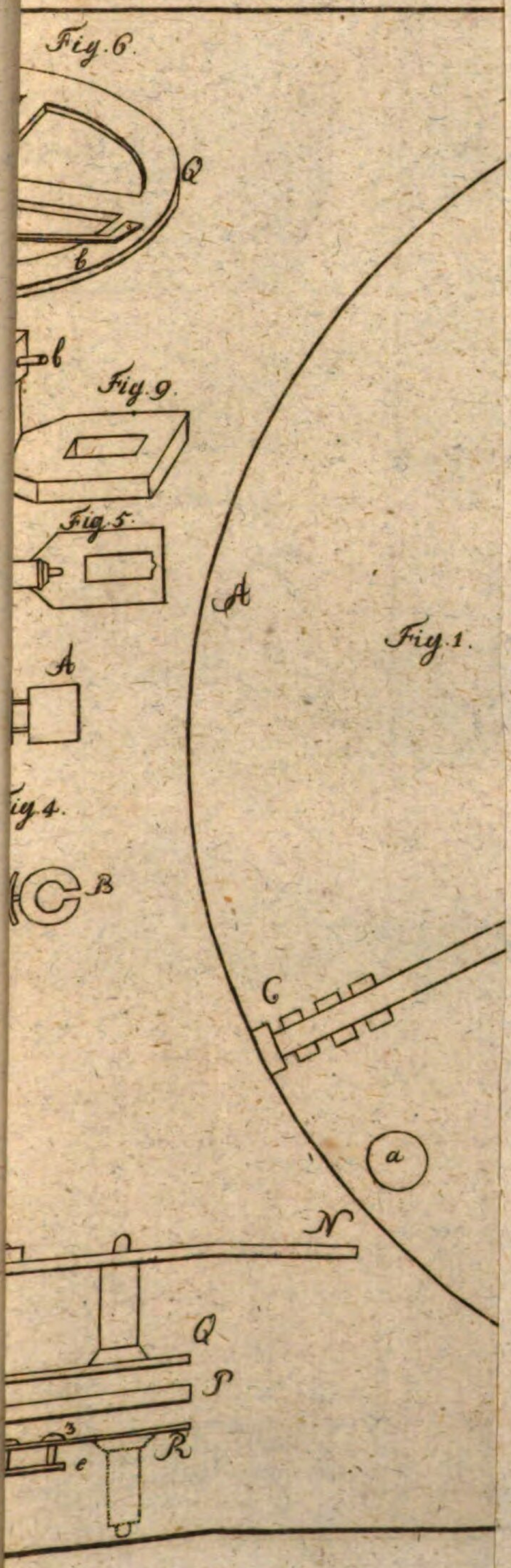


Fig. 6.
Q
b
b
Fig. 9.
Fig. 5.
A
Fig. 1.
A
ig. 4.
B
C
a
N
Q
P
3
e
R

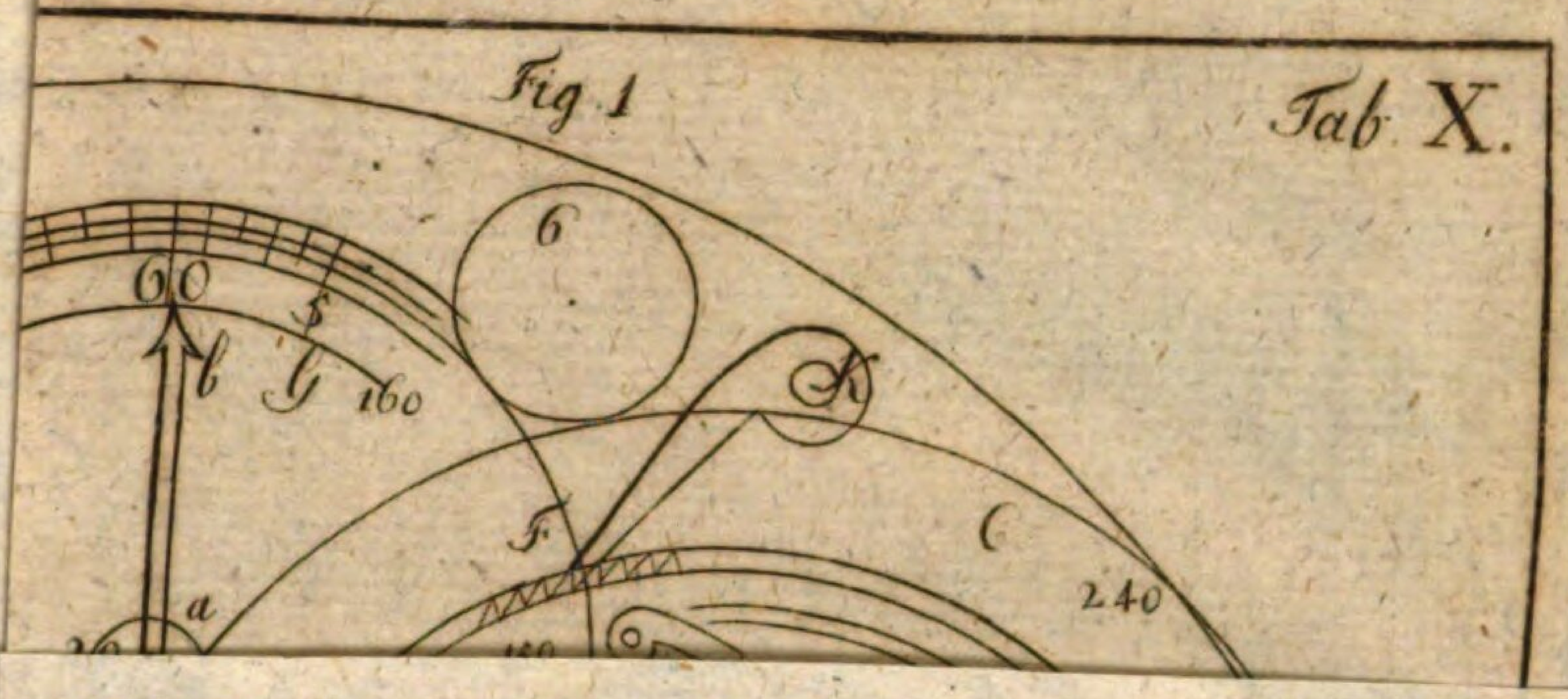
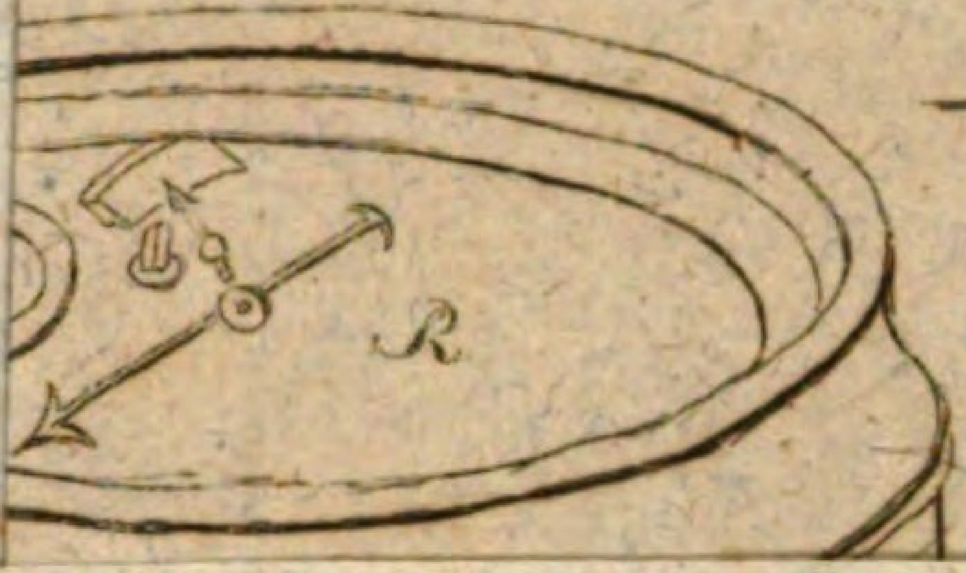
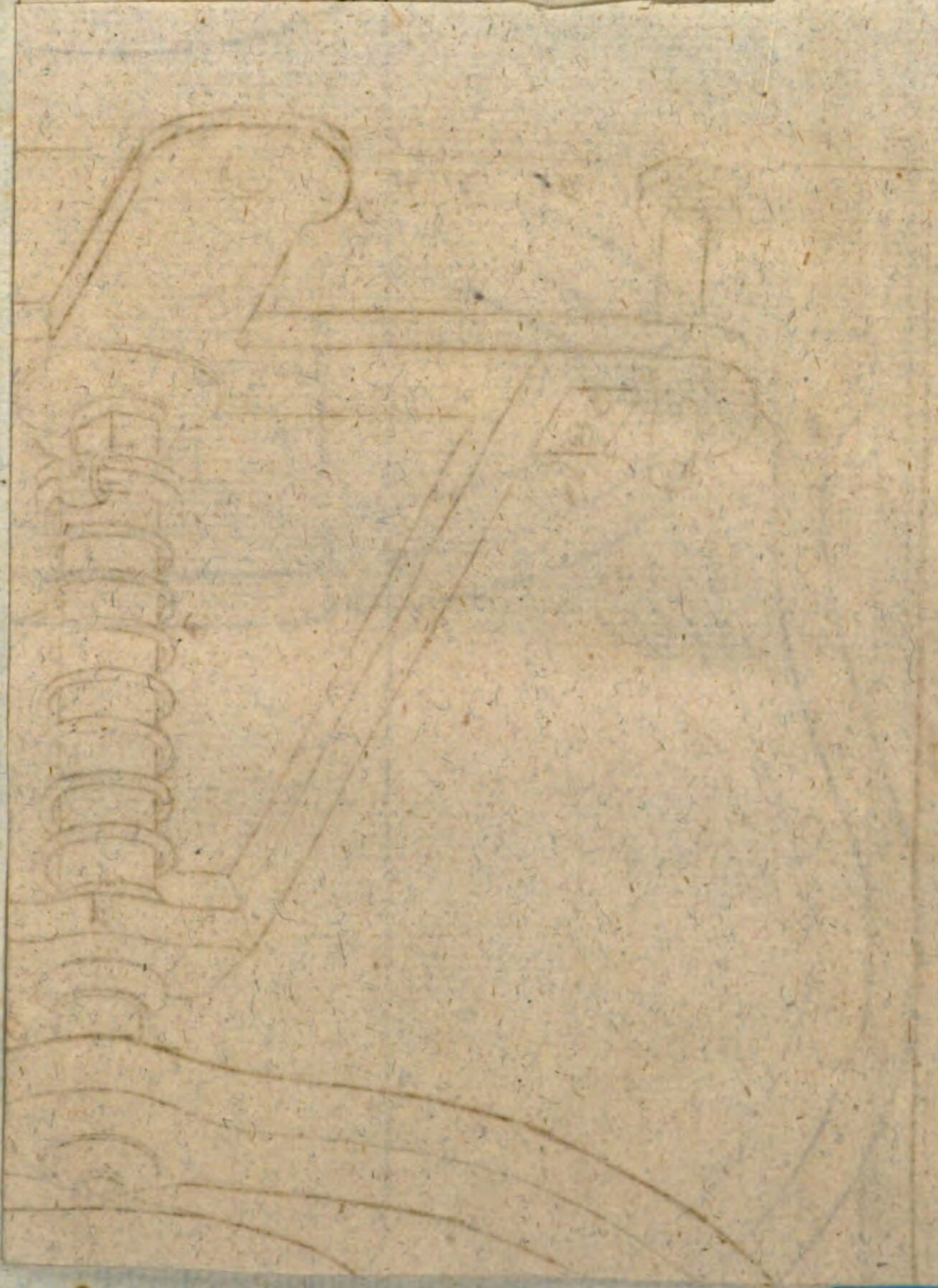


Fig. 1
Tab. X.
60
160
240
6
K
F
C
a

II.




Tab. XIII.



BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Geisler, Johann Gottlieb, 1753-1816

Der Uhrmacher oder Lehrbegrif der höhern Uhrmacherkunst aus den besten englischen, französischen und andern Schriften darüber zusammen getragen, nebst eigenen Bemerkungen und Mittheilungen deutscher Künstler
Bd.: Zweiter Theil

Leipzig 1797

4 Techn. 35-7/8
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10230338-7
VD18 90938712